



LICENCE PROFESSIONNELLE

« GENIE CIVIL ET BATIMENT EN ZONE INTERTROPICALE »

**MODULE « DEGRADATION ET PROTECTION DES
MATERIAUX »**

LE MATERIAU BOIS ET SES DERIVES : DEFINITION ET PROPRIETES, DEGRADATION ET PROTECTION

Sylvie Mouras
Jacques Beauchêne
François Pinta

PLAN DU COURS

1. LE MATERIAU BOIS, NOTIONS SUR SA STRUCTURE ET SES PROPRIETES	3
1.1. STRUCTURE DU BOIS	3
1.1.1. A l'échelle microscopique	3
1.1.2. Quelques éléments de chimie	5
1.1.3. Ce que l'on voit à l'échelle macroscopique	6
1.1.4. Les plans de référence pour l'étude du bois.....	7
1.2. LE BOIS ET L'EAU	8
1.2.1. Le bois contient de l'eau.	8
1.2.2. Le taux d'humidité du bois.....	8
1.2.3. Equilibre hygroscopique	9
1.3. VARIATIONS DIMENSIONNELLES : RETRAIT ET GONFLEMENT	10
1.4. MASSE VOLUMIQUE ET DENSITE.....	13
1.5. PROPRIETES MECANQUES	13
1.5.1. Généralités	13
1.5.2. Influence des défauts	14
1.5.3. Norme de classement visuel	15
1.6. DURABILITE NATURELLE ET IMPREGNABILITE	16
2. LES PRODUITS A BASE DE BOIS	17
2.1. DESCRIPTION DES PRODUITS	17
2.1.1. BOIS MASSIF.....	17
2.1.1.1. Les sciages	17
2.1.1.2. Les produits dérivés des sciages	18
2.1.2. Matériaux dérivés du bois.....	22
2.1.2.1. Matériaux dérivés du déroulage et du tranchage	22
2.1.2.2. Matériaux dérivés de la trituration.....	26
2.2. PERFORMANCES NORMALISEES DES PRODUITS A BASE DE BOIS.....	29
2.2.1. Quelques exemples de performances	31
2.2.1.1. Bois de structure et classes mécaniques.....	31
2.2.1.2. Bois lamellé collé.....	31
2.2.1.3. Bois panneaux (SWP)	32
2.2.2. LVL.....	32
2.2.3. Panneaux de contreplaqués	32
2.2.4. Panneaux OSB/2 et OSB/3	32
2.2.5. Panneaux de particules travaillants en milieu humide	33
2.2.6. Panneaux MDF travaillants en milieu humide	33
2.3. MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS A BASE DE BOIS.....	34
3. LES SYSTEMES CONSTRUCTIFS EN BOIS.....	34
3.1. LE SYSTEME POTEAUX-POUTRES	34
3.2. LES BOIS EMPILES	36
3.3. LE SYSTEME OSSATURE-PANNEAUX	37
3.4. LES PANNEAUX MASSIFS	39
4. LES AGENTS DE DEGRADATION ET LES RISQUES.....	40
4.1. DESCRIPTION DES AGENTS DE DEGRADATION	40
4.1.1. Les insectes à larves xylophages.....	40
4.1.2. Les termites	42
4.1.3. Les champignons lignivores	44
4.1.4. Les térébrants marins.....	46
4.2. L'EVALUATION DES RISQUES	46
5. LES MOYENS DE PROTECTION DU BOIS	48
5.1. SECHAGE	48
5.1.1. Pourquoi sécher ?	48
5.1.2. Principe du séchage	49
5.1.3. Comment sécher ?	49

5.1.3.1.	le séchage naturel	49
5.1.3.2.	le séchage artificiel.....	49
5.1.4.	<i>Facteurs qui conditionnent le séchage</i>	51
5.1.5.	<i>Les tables de séchage</i>	51
5.1.6.	<i>Les défauts de séchage</i>	52
5.2.	DURABILITE NATURELLE	54
5.3.	LE TRAITEMENT CHIMIQUE	56
5.3.1.	<i>Imprégnabilité</i>	56
5.3.2.	<i>Les étapes d'un traitement de préservation</i>	56
5.3.3.	<i>Les produits</i>	57
5.3.4.	<i>Les procédés</i>	57
5.3.5.	<i>Durée de vie des traitements</i>	58
5.3.6.	<i>Contexte normatif</i>	59
5.4.	METHODOLOGIE DE DECISION.....	60
5.5.	LE TRAITEMENT DE SURFACE OU FINITION	61
5.5.1.	<i>Les fonctions de la finition</i>	61
5.5.1.1.	La fonction de décoration des ouvrages	61
5.5.1.2.	La fonction de protection des ouvrages.....	61
5.5.2.	<i>Finition et préservation</i>	61
5.5.3.	<i>Les produits</i>	62
5.5.3.1.	Les teintés.....	62
5.5.3.2.	Les égalisateurs de teintés	62
5.5.3.3.	Les impressions et les primaires.....	62
5.5.3.4.	Les lasures	62
5.5.3.5.	Les huiles et les vernis gras	63
5.5.3.6.	Les vernis et les « sealers »	63
5.5.3.7.	Les peintures et les laques	63
5.5.3.8.	Les créosotes et les peintures bitumineuses	63
5.5.3.9.	Les revêtements plastiques épais (RPE).....	64
5.5.3.10.	Les revêtements spéciaux.....	64
5.5.4.	<i>La durée de vie moyenne des finitions</i>	64
5.6.	PRESERVATION DU BOIS PAR DES MESURES ARCHITECTURALES.....	65
6.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	66

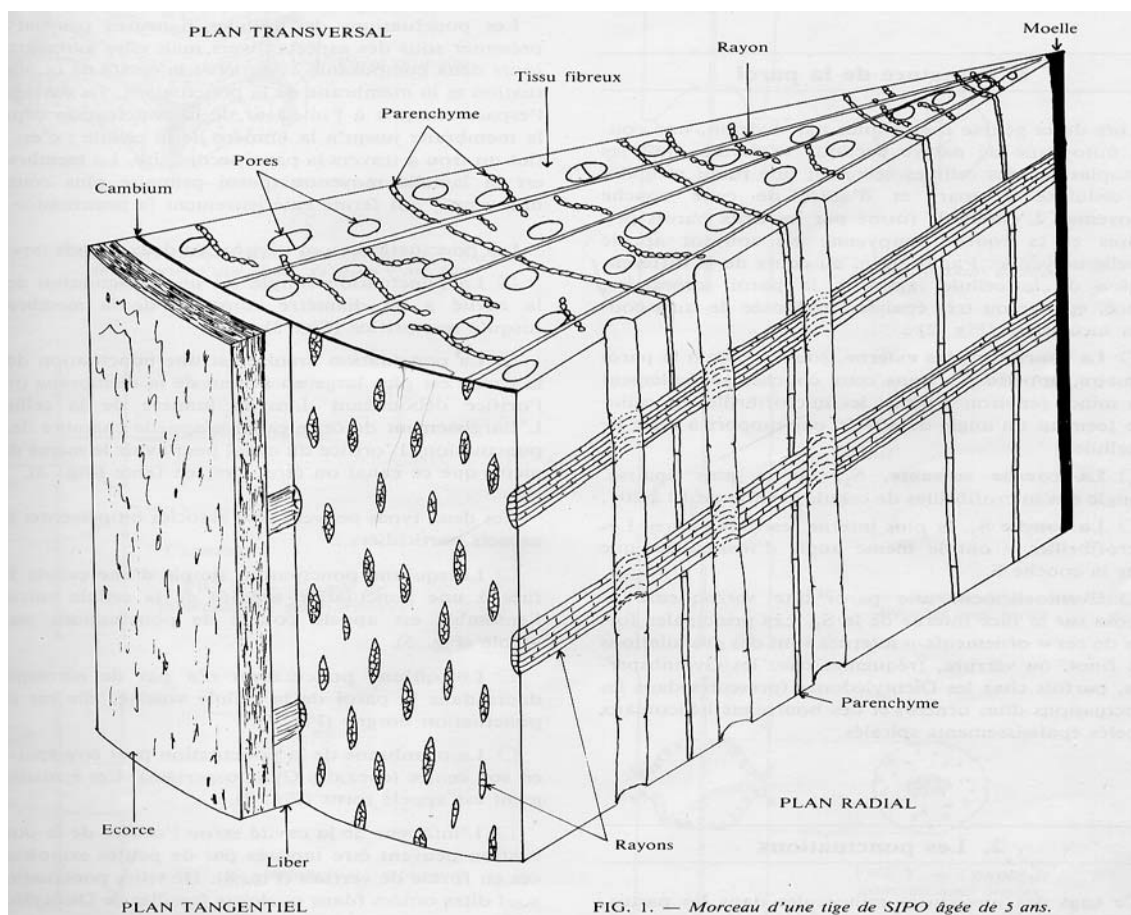
1. Le matériau Bois, notions sur sa structure et ses propriétés

Le bois est resté pendant longtemps le matériau principal, sinon unique, de la construction. Matériau de tout prototype (outils, armes, instruments de musique, construction navale, aéronautique, automobile ...) son utilisation s'étendait encore, dans un passé pas si lointain, sur de nombreux domaines, avant d'être supplanté par d'autres matériaux (plastique, métal, minéral aggloméré...) Sans être nécessairement plus performants, ces matériaux sont mieux adaptés pour certaines propriétés, sont plus simples ou plus industrialisés et plus homogènes, et conduisent donc à un comportement plus facilement défini avec une marge d'incertitude plus faible. Face à cette situation, des nouveaux matériaux à base de bois ont été créés pour répondre aux nouvelles exigences de fiabilité et de prédiction des propriétés.

1.1. Structure du bois

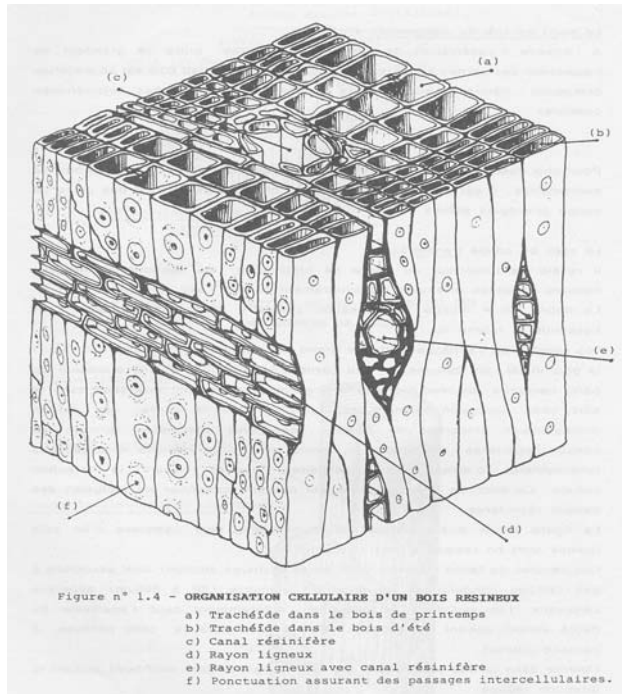
1.1.1. A l'échelle microscopique

Le bois est un matériau composite naturel, composé, pour simplifier, de fibres de cellulose entourée d'une matrice de lignine. Sa composition élémentaire est faite de majoritairement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Cette structure et cette composition chimique en font donc un matériau à la fois léger et mécaniquement très résistant.



L'étude microscopique fait apparaître les constituants suivants :

- Pour les bois « résineux » les trachéides et les rayons ligneux
- Pour les bois « feuillus » les vaisseaux, les fibres, les parenchymes et les rayons ligneux



Plan ligneux des résineux :

Trachéides : elles jouent les rôles d'éléments de soutien et d'éléments conducteurs. Elles mesurent de 2 à 7 mm de longueur et de 20 à 60 μm de largeur. Elles sont caractérisées par la présence de ponctuations aréolées, sorte de « clapet » qui permet les échanges de fluides entre les cellules

Rayons ligneux : lames de tissus dirigés radialement, formés de tissus type « parenchyme ».

Ils contiennent des trachéides transversales et des canaux résinifères

Plan ligneux des feuillus

Fibres : tissus de soutien. Sur les parois se forment des dépôts de tannins, gommés...

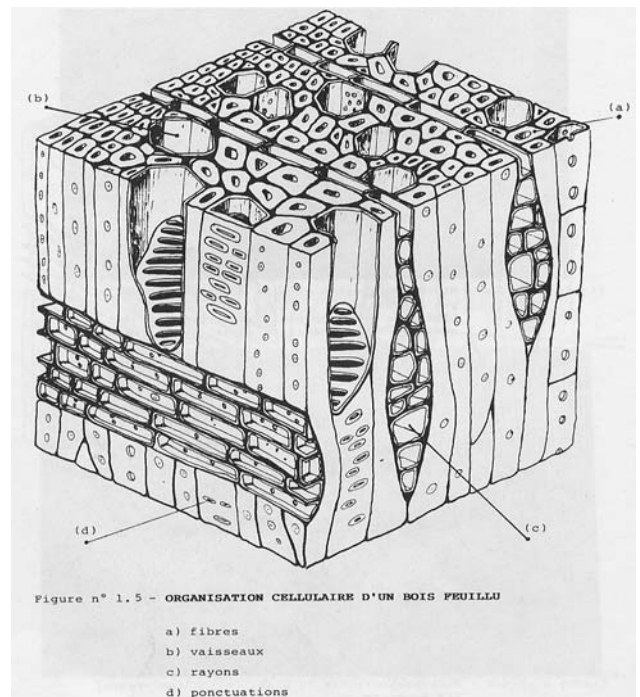
Vaisseaux : tissus spécialisés, conducteurs de la sève brute. Ils sont appelés aussi « pores » sur une coupe transversale. Ils comportent à leurs extrémités des perforations, constitués d'éléments de vaisseaux pour permettre la communication entre eux.

Les parois des vaisseaux comportent également des ponctuations

- pour communiquer entre vaisseaux
- pour communiquer avec les rayons ligneux

Parenchymes : tissus composé de cellules isodiamétriques. Leur rôle est essentiellement la mise en réserve et la redistribution des matières nutritives .

Rayons ligneux : lames de tissus dirigés radialement, formés de tissus type « parenchyme ».



L'arrangement des différentes cellules et tissus est spécifique à chaque espèce d'arbre et permet son identification.

Dans l'arbre le bois remplit différentes fonctions, on retiendra les 3 principales :

- **fonction de conduction** : le bois sert au transport de la sève brute montante en provenance des racines allant jusqu'à la cime. Généralement la conduction de la sève brute ne se fait pas dans toute la section de la tige, mais seulement dans une zone annulaire périphérique appelée « aubier ». Au niveau cellulaire, cette fonction est assurée par les vaisseaux ou les trachéides.
- **fonction de soutien** : le bois est un matériau de construction élaboré naturellement qui permet aux arbres d'atteindre des hauteurs allant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres tout en supportant son poids propre, des efforts extérieurs comme le souffle du vent. Par ailleurs la géométrie de cette structure évolue dans le temps et l'espace en fonction de contraintes d'environnement (lumière, arbres voisins,...). Au niveau cellulaire, cette fonction est assurée par les fibres ou les trachéides.
- **fonction de stockage** : de restitution d'élaboration et transformation de substances. Stockage de réserve énergétique (substances nutritives de type « amidon »,... Stockage de déchets issus du métabolisme – cela se traduit par une accumulation de substances dans le bois de cœur (ou duramen), qui peuvent jouer un rôle dans la durabilité naturelle du matériau compte tenu de leur toxicité vis à vis de microorganisme. Au niveau cellulaire, cette fonction est assurée par les rayons et les parenchymes.

1.1.2. Quelques éléments de chimie

Les constituants chimiques du bois peuvent être classés en deux groupes de substances :

- des substances macromoléculaires constitutives des parois cellulaires (cellulose, hémicelluloses, lignines) présentent en quantité abondante dans toutes les espèces
 - o la cellulose qui est le constituant majeur du bois (de l'ordre de 40 à 50%) qui est un polymère linéaire formé de longues chaînes en partie cristallisé et hydrophobe, le complément est quant à lui amorphe et hydrophile.
 - o Les hémicelluloses, qui sont aussi des sucres représentent environ 20 à 30% du bois. Elles sont faites de chaînes moléculaires plus courtes et plus ramifiées que la cellulose qu'elles enrobent.
 - o Les lignines sont des polymères polyphénoliques dont les proportions s'échelonnent de 20 à 30% du bois.

Ces trois constituants sont présents suivant des proportions différentes dans les parois cellulaires et les lignines jouent un rôle de « ciment » entre les cellules où cellulose et hémicelluloses sont davantage présentes.

- des substances de faibles poids moléculaire : les extraits (molécules organiques : tanins, terpènes, huiles...) et les cendres (molécules minérales : silice, carbonates,...)
 - o les tannins, les terpènes, les huiles,... sont des substances de formulations chimiques relativement complexes ; bien qu'elles soient présentes en faible quantité (0 à 10 % environ) elles présentent un intérêt chez certaines espèces en protégeant le bois des agressions de microorganismes. Chez d'autres ces substances sont extraites de façon industrielle pour des

- utilisations ciblées (ex tanins de « châtaignier » ou « quebracho » pour l'industrie du cuir ; résine de certains bois résineux utilisée pour la fabrication de produits d'entretien (lasures, peintures,...)
- o les cendres sont constituées essentiellement de produit minéraux à base de calcium, silicium, magnésium...

Enfin, il faut retenir que la composition élémentaire des matières organiques contenues dans le bois sont à base de carbone , d'oxygène, d'hydrogène et d'azote. Quelle que soit l'essence, on retrouve pour du bois anhydre, à quelques centièmes près la composition suivante : Carbone (50%), Hydrogène (6%), Oxygène (42%), Azote (1%), cendre (1%)

On en tire donc la conclusion suivante, qui présente des avantages sur le plan environnemental : **la construction en bois favorise le stockage de carbone.**

1.1.3. Ce que l'on voit à l'échelle macroscopique

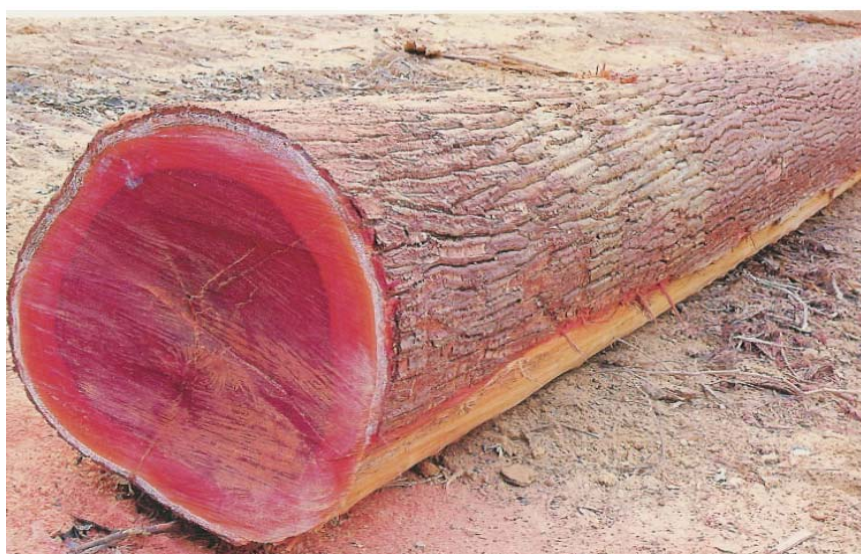


Photo d'une grume de « balata » : vue sur écorce, aubier et duramen

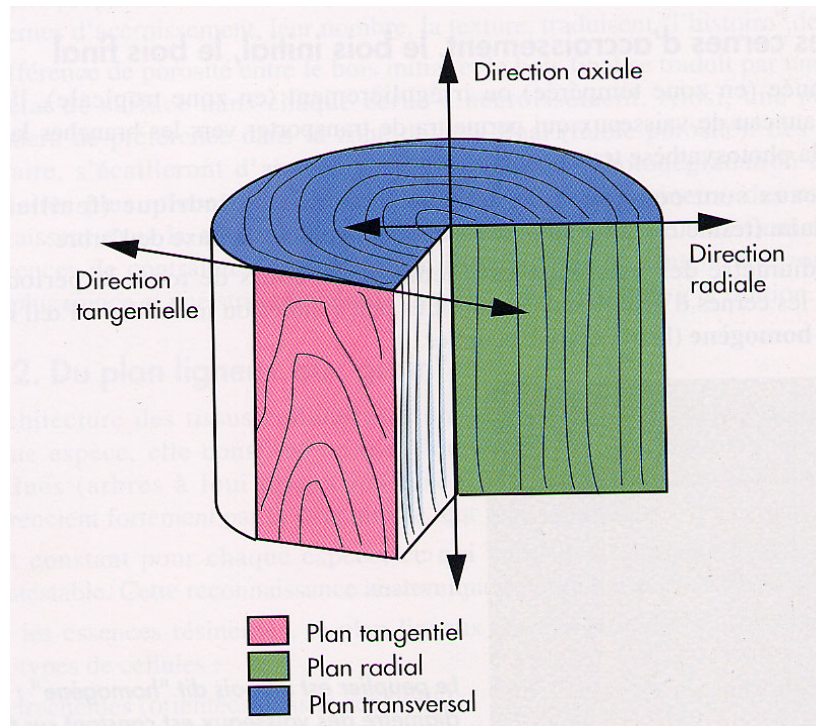
L'**aubier** est la région externe du bois (anneau périphérique généralement moins coloré) qui correspond à du bois jeune formé de cellules actives et en fin de vie pour les plus anciennes. Sur certaines espèces se distingue par une couleur différente de celle du bois de cœur, généralement plus claire. Cette partie est souvent amenée à être inutilisée pour certains usages (menuiseries,...) compte tenu de son altération possible et de sa couleur.

Le **bois parfait** est la région interne du bois, correspondant aux couches les plus anciennement formées et ne comportant plus de cellules vivantes. Sa conservation est assurée chez de nombreuses espèces (feuillus ou résineux) par des constituants (gommes, résines, tannins) présents dans les cellules. On parle de **duramen** lorsque sa coloration est plus marquée et se distingue très nettement de l'aubier.

Les parties extrêmes : **moelle** (au centre) et écorce (en périphérie) sont également visibles à l'œil nu.

1.1.4. Les plans de référence pour l'étude du bois

Les hétérogénéités du bois à toutes les échelles sont spatialement structurées par rapport à l'axe de la moelle. Il y a ainsi trois directions de référence et trois plans de référence pour l'observation et la caractérisation du bois



- le **plan transversal**, perpendiculaire à la moelle. Il correspond à la section de découpe du bois lors du tronçonnage de grume ; il correspond à la notion technologique de « bois debout ». On distingue sur cette section, chez les espèces de bois des zones tempérées les cernes annuelles de croissance.
- le **plan radial** orienté de la moelle à l'écorce suivant un rayon ; il correspond à la notion technologique de « débit sur quartier ou sur maille »
- le **plan tangentiel**, perpendiculaire aux deux précédents. Il correspond à la notion technologique de « débit sur dosse »

On note que ces plans sont rattachés à des termes technologiques liés à une orientation de débits ; en effet les conséquences technologiques de l'orientation spatiale de la structure d'un morceau de bois donné sont importantes

- d'un point de vue comportement mécanique et physique (les résistances mécaniques, les déformations au séchage des pièces de bois dépendent considérablement de l'orientation.)
- d'un point de vue esthétique notamment chez les espèces utilisées à des fins décoratives.

Compte tenu de ces éléments, on qualifie le matériau bois d'anisotrope

1.2. Le Bois et l'eau

1.2.1. Le bois contient de l'eau.

L'eau circule dans l'arbre vivant (sève brute dans l'aubier, sève élaborée dans le phloème). Quand l'arbre est abattu et transformé, le bois retient une certaine quantité d'eau qui correspond à un équilibre avec les conditions atmosphériques ambiantes : température, humidité relative de l'air, pression.

La connaissance de cette humidité est relativement importante dans la mesure où des variations d'humidité d'un bois entraînent :

- des variations de masse volumique
- des variations dimensionnelles des pièces de bois
- des variations de caractéristiques mécaniques

Elles influent également sur les possibilités de dégradation par des micro-organismes tels que les champignons ou par des insectes xylophages comme les termites en zones tropicales. Enfin elles influent sur les conditions de mise en œuvre comme le collage, l'application de produits de préservation et de finition.

1.2.2. Le taux d'humidité du bois

Le taux d'humidité du bois s'exprime comme la masse d'eau contenue dans le bois rapportée à sa masse anhydre :

$$H\% = 100 \times \frac{Mh - Mo}{Mo}$$

Où Mh est la masse de l'échantillon à l'humidité H

Mo est la masse anhydre du même échantillon, définie de façon normalisée par la masse de l'échantillon séché à 102°C jusqu'à stabilisation de la masse.

Remarque :

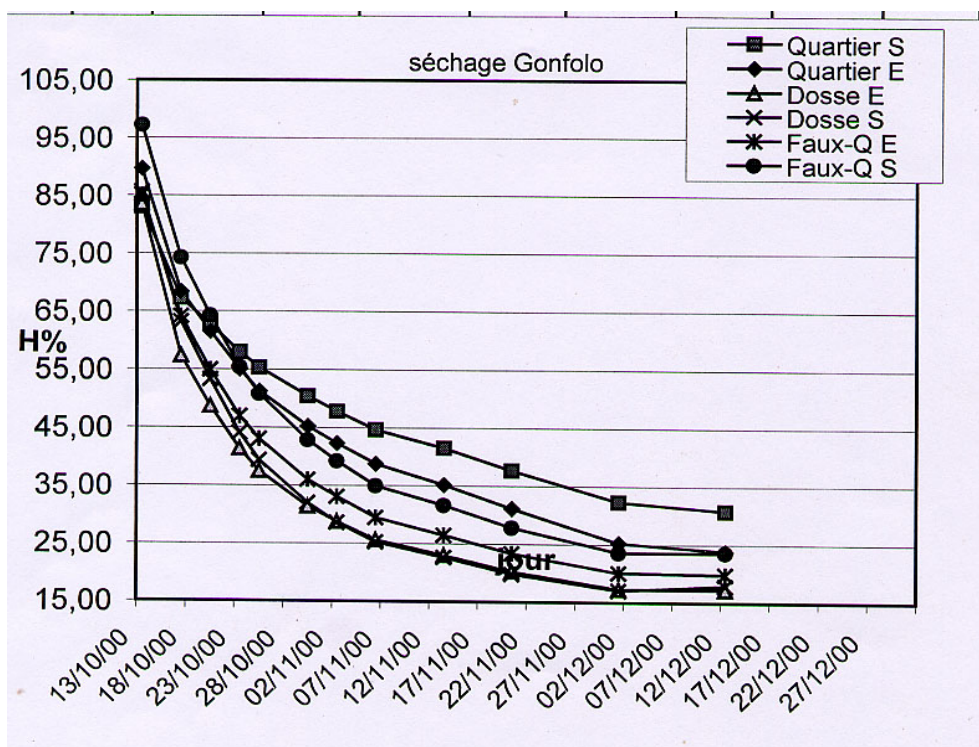
H exprime la quantité d'eau contenue par rapport à la matière sèche, et non pas la fraction d'eau par rapport à la masse totale de l'échantillon.

H peut donc dépasser 100 %, notamment chez certains feuillus comme chez les peupliers, le balsa,...

Le taux d'humidité peut se mesurer expérimentalement par 3 méthodes :

- méthode directe dite « méthode anhydre » : on pèse l'échantillon de bois puis on le sèche en étuve à 103°C pour obtenir la masse anhydre.
- Méthode résistive avec un petit appareil portatif dont le principe est la mesure de la conductivité électrique du bois (influence d'un champ électrique), qui dépend fortement de la teneur en eau.
- Méthode capacitive avec un petit appareil portatif dont le principe est la mesure de la propriété diélectrique du bois (influence d'un champ électromagnétique), qui dépend fortement de la teneur en eau.

Dans l'arbre, la quantité d'eau varie 80 à 100% pour le feuillus, avec le cas particulier du peuplier dont le taux d'humidité dans l'arbre est de 200 à 250%. Dans les résineux, le taux d'humidité est de l'ordre de 100 à 150%. Après abattage, une grande partie de cette eau s'écoule, le bois sèche.



L'eau dans le bois se présente sous différentes formes :

- **l'eau libre** (eau capillaire) qui se déplace facilement dans le bois. Elle est présente dans les « vides » cellulaires (vaisseaux, lumens)
- **l'eau liée** (eau hygroscopique) est présente dans les parois des cellules du bois. Elle nécessite un apport d'énergie pour être extraite.

Dans l'arbre l'humidité du bois est généralement supérieure à 40 % ; lorsque le bois sèche et que l'eau libre est complètement disparue, on dit que le bois a atteint le point de saturation des fibres (PSF) qui se situe autour de 30 % d'humidité. S'il continue à sécher en fonction des conditions hygrométriques ambiantes, il perd de l'eau liée jusqu'à atteindre un taux d'équilibre hygroscopique. L'humidité du bois mis en œuvre se situe entre 8 et 22 % suivant les conditions d'équilibre (voir courbes).

1.2.3. Equilibre hygroscopique

Il existe en suspension dans l'air, selon la température et le lieu géographique, une certaine quantité de vapeur d'eau. Cette quantité de vapeur d'eau s'appelle humidité relative et s'exprime en gramme d'eau par m³ d'air sec.

Pour une température donnée, la quantité d'eau contenue dans l'air ne peut pas dépasser une certaine valeur ; lorsque cette valeur est atteinte on dit que l'air est saturé.

On définit le degré hygrométrique de l'air comme le rapport entre le poids de l'eau contenue dans l'air non saturé avec celui que pourrait contenir l'air s'il était saturé.

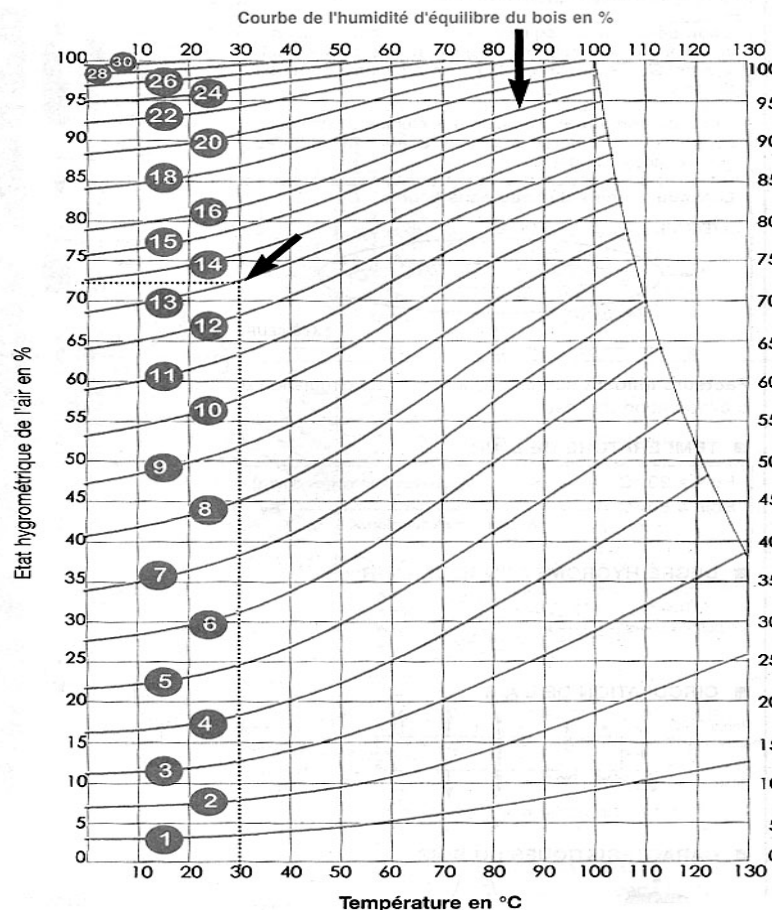
Pour un degré hygrométrique donné et une température donnée, il existe un équilibre entre ces paramètres et l'humidité du bois. C'est ce qu'on appelle l'équilibre hygroscopique du bois.

. Il existe une qualification du bois suivant son taux d'humidité et on distingue :

- bois vert : $H\% > \text{point de saturation des fibres (Psf)}$
- bois ressuyé : $22\% < H\% < \text{Psf}$ (*)
- bois sec à l'air : $16\% < H\% < 22\%$ (*)
- bois sec artificiellement : $8\% < H\% < 15\%$

(*) cet échelonnement est valable en zone tropicale humide ; en zone tempérée ces intervalles d'humidité sont à corriger en fonction des conditions climatiques locales.

L'équilibre hygroscopique des bois est toujours inférieur au point de saturation des fibres. En conséquence, des variations de conditions ambiantes s'accompagneront de variations dimensionnelles des bois.



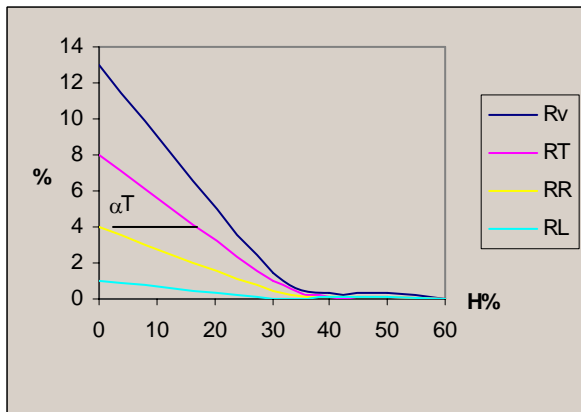
1.3. Variations dimensionnelles : retrait et gonflement

Sous l'effet d'une variation du taux d'humidité (δH) se produisant en dessous du point de saturation des fibres, le bois subit des variations dimensionnelles proportionnelles à δH . s'il y a perte d'humidité on parle de retrait et dans le cas d'une reprise d'humidité on parle de gonflement. L'importance du phénomène « retrait » ou « gonflement » est fonction de l'espèce et de la direction d'anisotropie considérée ; Les déformations enregistrées sont proportionnelles à δH et on peut écrire :

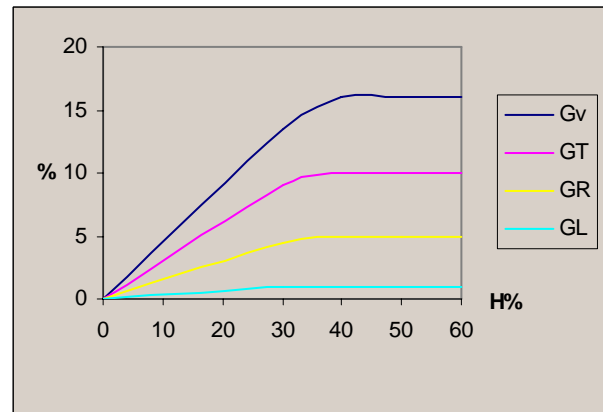
$$\epsilon_L = \alpha_L \times \delta H \quad \epsilon_R = \alpha_R \times \delta H \quad \epsilon_T = \alpha_T \times \delta H$$

où α_L , α_R , α_T , appelés « coefficient de retrait », représentent les variations dimensionnelles respectivement dans les directions L, R, T. pour une variation unitaire de

taux d'humidité. Ces coefficients ont un sens pour une humidité comprise entre l'état anhydre et le point de saturation des fibres (évolution linéaire du volume en fonction de H%) car se sont les pentes des « courbes de retrait » .



Exemple de courbes de « Retrait »



Exemple de courbe de « Gonflement »

L'expérience montre la relation d'ordre suivante pour toutes les essences :

$$\alpha_T > \alpha_R \gg \alpha_L$$

Les coefficients de retrait sont compris entre 0.1% à 0.5 %

On définit également le retrait volumique qui est la variation du volume entre l'état saturé et l'état anhydre exprimé en % du volume anhydre.

$$R_v\% = 100 \times \frac{V_s - V_o}{V_o}$$

Où V_s = volume saturé et V_o = volume anhydre obtenu par séchage en étuve 103°C jusqu'à stabilisation.

On définit également les retraits tangential, radial et longitudinal comme étant les variations dimensionnelles relatives suivant les directions T, R et L, entre l'état saturé et l'état anhydre de l'échantillon de bois considéré.

Retraits linéaires :

On a vu que le bois présente 3 directions principales L, R, T. Soit un parallélépipède de bois bien orienté par rapport à ces 3 directions, de hauteur dL suivant L, de largeur dR suivant R et d'épaisseur dT suivant T, on définit alors les trois retraits suivant :

Retrait longitudinal

$$RL = 100 \times \frac{dL_s - dL_o}{dL_o}$$

Retrait radial

$$RR = 100 \times \frac{dR_s - dR_o}{dR_o}$$

Retrait tangential

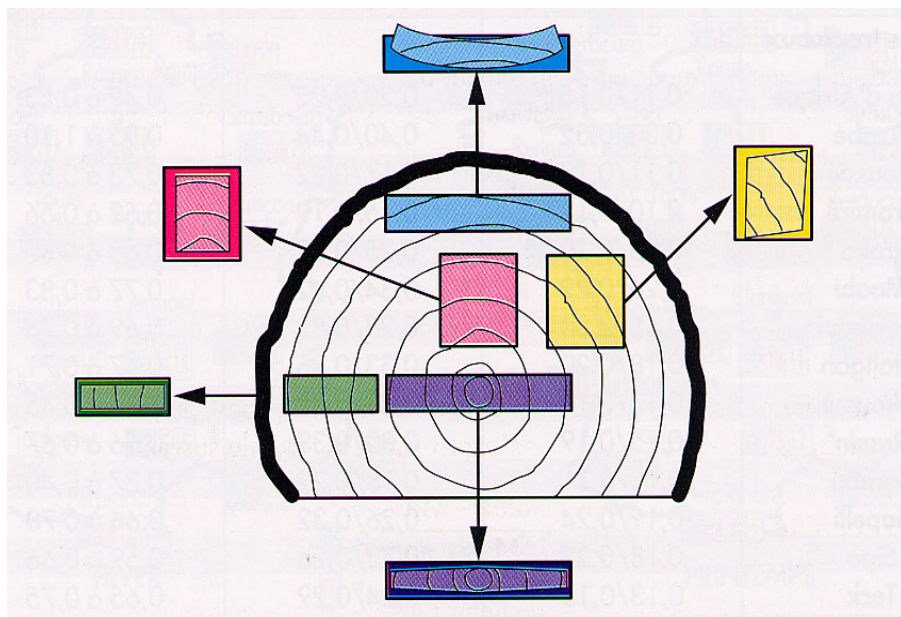
$$RT = 100 \times \frac{dT_s - dT_o}{dT_o}$$

Où dLs, dRs, dTs sont les dimensions à l'état saturé et dLo, dRo, dTo sont les dimensions à l'état anhydre obtenu par séchage en étuve 102°C jusqu'à stabilisation.

Un ordre de grandeur

Le retrait tangentiel est le plus important puisqu'il est de l'ordre de 10 %, le retrait radial est de l'ordre de 5 % et le retrait longitudinal est généralement inférieur à 1%

Essence	Retrait T	Retrait R	Retrait volumique
Bois tempérés			
épicéa	9	4	13
hêtre	13	6	20
Bois tropicaux			
parcouri	10.3	5.6	17.5
angélique	9	5	15
wacapou	7	4	11
sipo	6	5	12
iroko	6	4	11
Teck	6	3	9



Déformation et retrait en fonction de la position du débit

Commentaires sur le phénomène de retrait

Le phénomène de retrait est à prendre en compte de manière différente suivant l'utilisation souhaitée du Bois. Dans la construction, on n'abordera pas de même manière si l'on souhaite utiliser du bois pour les coffrages ou pour réaliser la structure ou les menuiseries. C'est en choisissant les essences, les débits, les sections, les assemblages ou en utilisant des matériaux dérivés du bois adaptés qu'on limitera les effets du retrait.

1.4. Masse volumique et densité

La masse volumique est un paramètre physique qui vise à préciser la quantité massique de matière ligneuse contenue dans un volume de bois donné.

Sachant la présence inévitable d'une certaine quantité d'eau dans le bois dans ces conditions d'utilisation, il est important d'indiquer la masse volumique d'un bois donné pour un taux d'humidité donné.

Masse volumique à l'humidité H notée ρ_H

$$\rho_H = M_H / V_H$$

où M_H : masse de l'éprouvette à l'humidité H
 V_H : volume de l'éprouvette à l'humidité H

On définit de même la masse volumique anhydre notée ρ_0

$$\rho_0 = M_0 / V_0$$

où M_0 : masse de l'éprouvette à l'humidité H
 V_0 : volume de l'éprouvette à l'humidité H

De façon pratique, on parle souvent de masse volumique à une humidité de référence, en France, elle est de 12%, mais dans de nombreux pays elle est de 15%

La masse volumique des bois anhydres est très variable puisqu'elle s'échelonne de 200 à 1300 kg/m³.

Les bois résineux anhydres ont une masse volumique généralement comprise entre 350 et 750 kg/m³ alors que pour les bois feuillus elle se situe entre 200 et 1300 kg/m³.

Exemple :	bois résineux	épicéa de 400 à 500 kg/m ³ douglas de 400 à 500 kg/m ³
	bois feuillus	balsa de 200 à 300 kg/m ³ hêtre de 490 à 880 kg/m ³ angélique de 700 à 900 kg/m ³ balata franc de 1050 à 1150 kg/m ³

1.5. Propriétés mécaniques

1.5.1. Généralités

Les propriétés mécaniques du bois sont, comme les autres propriétés, caractérisées par une grande anisotropie : les propriétés sont beaucoup plus importantes dans le sens des fibres que dans les deux autres directions. Et dans les sens R et T, les propriétés sont plus grandes dans le sens R que dans le sens T.

Le bois a un excellent comportement en flexion (c'est sa propriété mécanique la plus élevée), puis en compression et enfin en traction.

Les propriétés mécaniques du bois sont assez bien corrélées à sa densité. Le tableau suivant donne un ordre de grandeur des propriétés mécaniques en fonction de la densité, sachant bien sûr qu'il y a des variations importantes en fonction des espèces.

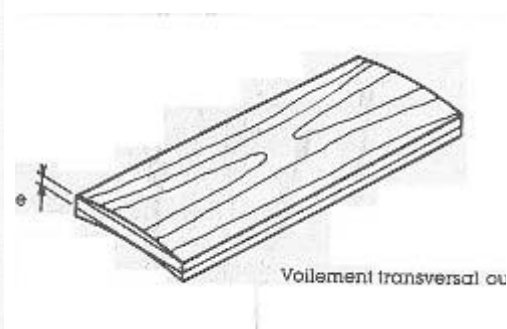
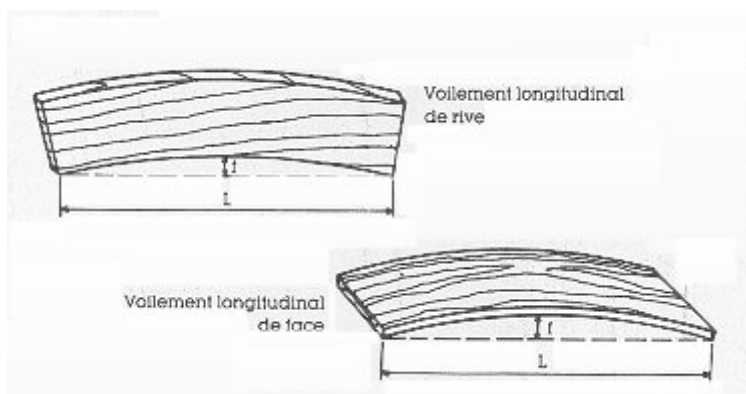
Propriété	Feuillu très lourd	Feuillu lourd	Feuillu léger
Densité	1	0.7	0.35
Flexion (MPa)	250	150	70
Compression (MPa)	100	55	30
Module E (MPa)	19 000	14 000	6 500

Ces valeurs sont données à titre indicatif. Il faut bien entendu se référer aux valeurs de chaque espèce pour réaliser un dimensionnement. Il existe des fiches techniques par essence de bois qui décrivent toutes ses propriétés physico-mécaniques. Pour les bois de Guyane, par exemple, on peut se référer à l'ouvrage « Bois des DOM-TOM – Tome : La Guyane » édité par le CIRAD, qui décrit une vingtaine d'essences locales. Les fiches techniques sont également consultables sur internet.

1.5.2. Influence des défauts

En tant que matériau d'origine naturel, le bois peut présenter divers défauts qui peuvent avoir des conséquences sur sa résistance mécanique, sur son aspect, etc. Des défauts peuvent aussi apparaître lors du débit et lors du séchage. Voici une description des principaux défauts pouvant avoir une influence sur les propriétés mécaniques :

- Nœud : c'est l'empreinte d'une branche dans le tronc. On les classe suivant leur forme, leur diamètre, leur adhérence (c'est-à-dire si la matière est continu du nœud au bois adjacent ou si tout ou partie du nœud peut être facilement séparé du tronc) et suivant l'état du bois dans le nœud (sain, fendu, pourri ...). C'est un défaut très fréquent dans les résineux. Par contre, il y a le plus souvent très peu de nœuds dans les bois tropicaux.
- Pente de fil : l'orientation des fibres peut dévier de l'axe de l'arbre en fonction des conditions de croissance ou d'événements particuliers dans la phase de croissance de l'arbre. Ceci induit que lors du débit en planche, le fil n'est pas parallèle au bord et donc les caractéristiques mécaniques de la planche peuvent en être modifiées.
- Contrefil : les fibres sont successivement inclinées en sens différent par rapport à l'axe de l'arbre.
- Coup de vent : fracture perpendiculaire au sens des fibres
- Galerie d'insecte (mulotage) : galeries forées par des insectes xylophages, au cours de la vie de l'arbre
- Pourriture : attaque localisée par des champignons
- Fentes
- Déformation : apparaissant principalement durant la phase de séchage.
 - o Voilement de face ou de rive
 - o Tuilage
 - o Gauchissement



Pour prendre en compte ces défauts naturels du bois et limiter leur influence et notamment la variabilité des propriétés qu'ils induisent, des classements visuels des sciages sont définis. Ces classements consistent à définir des critères d'acceptabilité pour chaque défaut.

1.5.3. Norme de classement visuel

Pour les bois de structure, le classement visuel est défini dans la norme NF B 52.001. Dernièrement, des règles de classement des principaux bois de Guyane ont été introduit dans ce texte et sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Critères	ST I
Largeur des cernes d'accroissement	Pas de limitation car non visibles sur la plupart des bois tropicaux
Diamètres des nœuds sains et adhérents	Cumul des $\Phi < 1/5$ de la largeur
Nœuds malsains ou non adhérents	Non admis
Fentes en bout	Cumul des longueurs < 5 cm
Fentes internes sur rive ou face	Non admises
Gerces superficielles (< 5 mm)	Admises sur face et rive
Fractures internes (coups de vent)	Non admises
Pente de fil	< 15 %
Contrefil ou bois madrés	Admis
Flache	$< 10\%$ épaisseur
Aubier sain	
- sur une face et une rive	< 50 % épaisseur
- sur 2 faces et une rive	< 10 % épaisseur
Altérations biologiques	
- piqûres noires	Admises
- taches vertes	Admises si saines et superficielles
- galeries d'insectes ¹	Admises si superficielles
- poches de silice	Admises
- mulotage ¹	Max 1 trou si $L < 3$ m et 2 trous si $L > 3$ m, distants d'au moins 50 cm
- échauffures	Non admises
- piqûres blanches	Non admises
Déformations maximales	
- Flèche de face	< 10 mm/m
- Flèche de rive	< 10 mm/m
- tuilage	< 4 mm

¹ La concentration de mulotage ou de galeries d'insectes au même niveau sur deux faces ou plus est considérée comme défaut réductible.

1.6. Durabilité naturelle et imprégnabilité

La durabilité naturelle est l'aptitude d'un bois à demeurer inaltéré en l'absence de traitement.

C'est une propriété qui varie beaucoup en fonction des espèces et même à l'intérieur d'une espèce.

Les différents agents de dégradation du bois sont les champignons lignivores, les insectes à larves xylophages et les termites. Nous reviendrons sur ces différents agents et leurs actions dans le chapitre sur les agents de dégradation et les risques.

La durabilité naturelle recouvre plusieurs types de situation :

- les aubiers sont non résistants à aucun agent, quelle que soit l'essence, en raison de la forte présence d'amidon qui est une substance nutritive pour ces agents.
- Les bois parfaits non duraminisés sont généralement peu durables
- Les bois parfaits duraminisés peuvent être résistants :
 - o Aux insectes mais pas aux champignons
 - o Aux champignons mais pas aux insectes
 - o Aux champignons **et** aux insectes

La durabilité naturelle est évaluée par des essais normalisés de laboratoire ou de « champs ». Elle est matérialisée par 5 classes de résistance aux champignons (de 1 très durable à 5 non durable), 2 classes de durabilité aux insectes à larves xylophages (S sensible et D durable), et 3 classes de durabilité aux termites (S sensible, M moyennement durable et D durable).

L'imprégnabilité est la capacité de pénétration et de circulation des liquides dans le bois. Elle sert en fait à évaluer l'aptitude du bois à recevoir un traitement de préservation.

Elle est très variable en fonction de l'espèce. Elle se mesure par un taux de rétention du produit dans le bois, en kg/m³ et par un taux de pénétration (épaisseur de bois traité). On définit l'imprégnabilité en 4 classes, de 1 imprégnable à 4 non imprégnable).

La durabilité naturelle d'un bois et son imprégnabilité sont deux propriétés importantes à connaître pour évaluer son aptitude à être utilisé dans un ouvrage donné, avec ou sans traitement de préservation.

En conclusion

Le bois présente une structure complexe qui en fait un matériau composite naturel. Sa structure permet d'identifier les nombreuses espèces de bois (une centaine en Europe, plus de trois mille en Amazonie,...) ; en effet chaque espèce présente un plan ligneux (une structure anatomique) qui lui est propre.

Enfin, la plupart des propriétés du bois sont liées à sa structure comme sa densité, ses caractéristiques mécaniques, physiques, son aptitude papetière,... ;

Le Bois est donc un matériau hétérogène, orienté selon trois directions principales, hygroscopique et anisotrope.

De par sa composition et la présence d'eau, il est particulièrement sensible aux agents de dégradations que sont les champignons et les insectes.

Il convient pour le mettre en œuvre dans les meilleures conditions possibles, de suivre certaines règles telles que le sécher, ou bien de le traiter s'il ne résiste pas de façon naturelle aux agents de dégradation qu'il risque de rencontrer dans son emploi. De nombreuses constructions anciennes où le bois est utilisé seul ou en association avec d'autres matériaux (briques, béton,...) sont présentes pour montrer que ce matériau reste moderne et peut être mis en œuvre de façon durable.

2. Les produits à base de Bois

2.1. Description des produits

Dans ce qui suit, on distinguera les produits en « Bois massif » obtenus directement à partir de transformation mécanique et potentiellement utilisable dans la construction, des produits « dérivés » du bois qui font partie également des matériaux présents dans le domaine du bâtiment et de la construction en général.

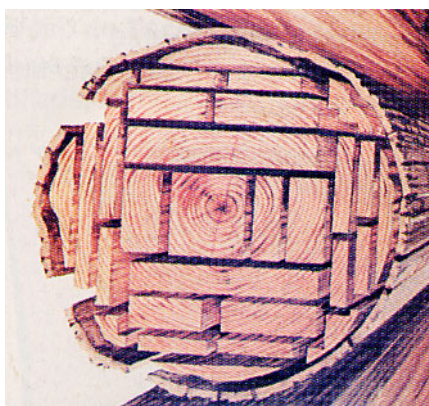
2.1.1. BOIS MASSIF

2.1.1.1. Les sciages

Les sciages sont obtenus directement à partir du débit de grumes de bois dans des unités industrielles appelées « scieries ». Ces unités consomment entre 10 m³ et plus de 1000 m³ de grumes par jour.

Au cours de l'opération de sciage, la structure du bois n'est pas modifiée.

Les produits obtenus sont de dimensions variables et de différentes qualités



La norme NF B50 002 précisent entre autres, les principaux termes relatifs aux bois débités ; par exemple

un chevron = sciage aligné parallèle dont la section est carrée ou sensiblement carrée. Le côté d'un chevron est compris entre 40 mm et 120 mm.

Dimensions commerciales et classes de bois

Suivant les essences, les débits peuvent varier d'un pays à l'autre. On distingue les sciages des bois résineux des sciages des bois feuillus tempérés et sciages des bois feuillus tropicaux.

Les produits sont généralement distribués conformément à des critères de classement et de dimensions.

Les classements sont réalisés à partir des aspects des faces et des rives (présence ou absence de nœud, de fente, de trou,...) et des tolérances dimensionnelles.

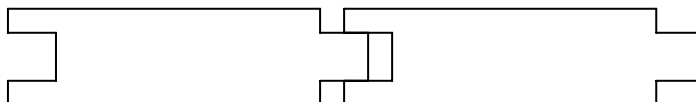
Certaines sociétés (essentiellement productrices de sciages résineux) sont aussi capables de fournir des produits classés mécaniquement (tests de flexion en continu).

Les règles de classement sont spécifiques aux sciages résineux et aux sciages feuillus suivant les pays d'origine ; toutefois pour le commerce international des sciages résineux ou des bois tropicaux, il existe des règles de classement adoptées par les producteurs et les acheteurs.

Options sur les sciages

Afin de mieux répondre à la demande du marché ou dans un souci de fournir des produits de qualité, certaines entreprises apportent une valorisation complémentaire à leurs produits.

- **Séchage** : cette opération permet de proposer des sciages dont l'humidité est située autour d'une valeur garantie par le fournisseur.
- **Traitement de préservation** : certaines essences résistent naturellement relativement bien aux agents de dégradation que sont les insectes et les champignons alors que d'autres ont besoin d'être protégées. On trouve donc sur le marché des bois traités ou non.
- **Usinage** :
Ces usinages sont réalisés généralement sur du bois « sec ». On trouve principalement
 - o le rabotage : usinage qui permet d'améliorer l'état de surface d'une ou de plusieurs faces de l'avivé.
 - o Le bouvetage : usinage qui permet de réaliser des rainures et des languettes pour permettre l'assemblage sur des pièces comme des lames de planchers ou des clins de bardage ou des lambris



Note : Il existe d'autres types d'usinages qui s'apparentent au rabotage et qui consistent à donner des profils spécifiques à des pièces utilisées par exemple en bardage ou pour des menuiseries.

2.1.1.2. Les produits dérivés des sciages

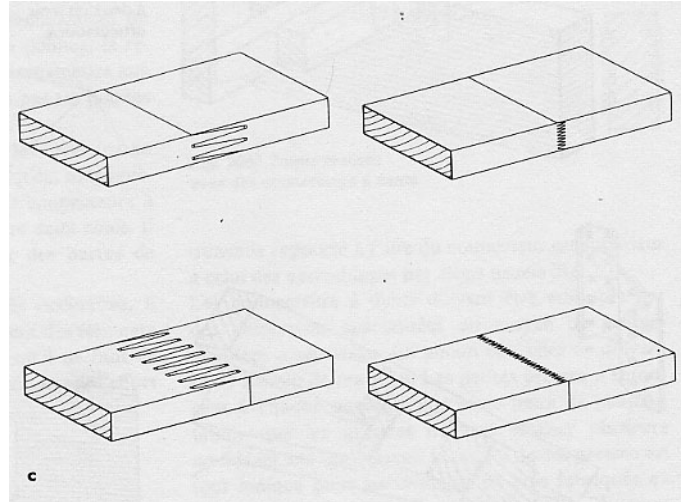
Ces produits correspondent à une recherche de valorisation des produits de scieries (ou des sous produits) et à un besoin en produits à base de bois conforme à certains standards industriels : produits réguliers en qualités, caractéristiques homogènes et les plus constantes possibles, pièces de grande dimensions,...

Le lamellé collé

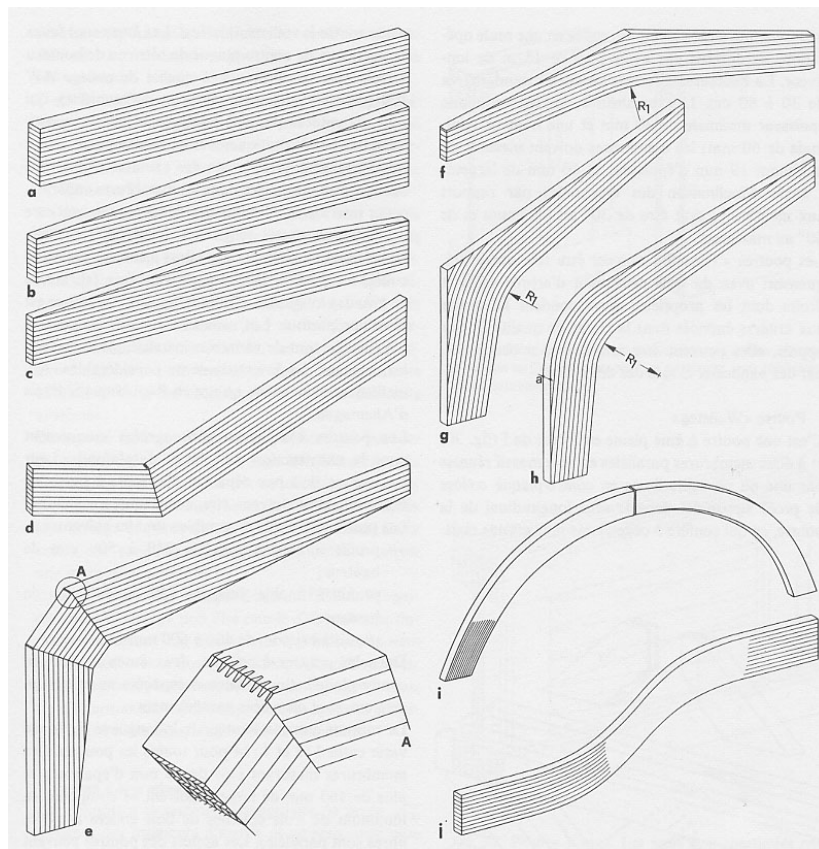
Le bois lamellé collé est un bois reconstitué à partir de lamelles de bois de dimensions variables (de 50 cm à plusieurs mètres), aboutées les unes aux autres et assemblées par collage. Ces lamelles sont encollées, disposées en fil parallèle et pressées dans des gabarits droits ou cintrés selon l'élément à obtenir : poteau, poutre droite ou arc.

Le collage des lamelles permet une rigidité presque totale qui fait qu'aucun déplacement ne peut se produire sous charge dans les joints de collage. Les pièces en lamellé collé demandent un respect rigoureux des règles de l'art en matière de collage (choix des bois, choix de la colle, bois sec, temps de pressage,...) ; elles sont généralement réalisées par des sociétés spécialisées dans la réalisation mais aussi la pose.

Cette technique ancienne permet de réaliser des poutres de dimensions relativement importantes 20 à 30 cm de large, 1 à 2 m de hauteur et des longueurs de plusieurs dizaines de mètres de long. Ces pièces, utilisées en extérieur ou en intérieur, sont utilisées pour la réalisation de bâtiments agricoles, bâtiments industriels, des ouvrages recevant du public (stade, piscine, patinoire,...) ou des ponts.



Différentes formes d'usinage (aboutage) pour relier 2 lames de bois (d'après Construire en bois de Natterer et al,)



Exemples de poutres lamellées - collées (d'après Construire en bois de Natterer et al,)

Les bois panneautés (SWP)

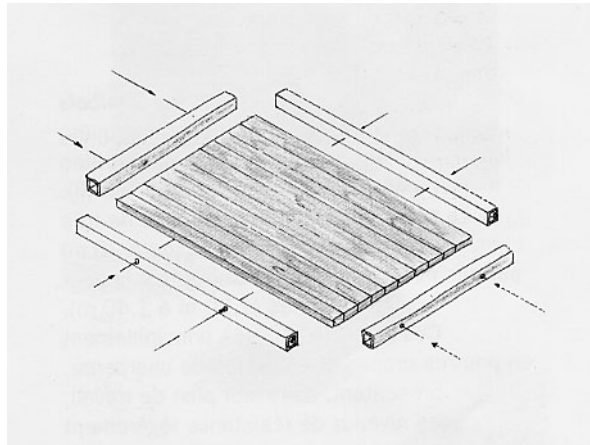
Les pièces de bois sont généralement aboutées puis encollées et pressées chant contre chant pour obtenir des panneaux larges.

La vocation des éléments panneautés n'est généralement pas de répondre à des performances structurales, mais fonctionnelles ou décoratives.

Les panneaux conservent l'épaisseur des éléments d'origine.

On reconstitue ainsi un matériau dont le séchage et l'orientation relative de chaque élément garantissent une stabilité dans des largeurs importantes (60 à 90 cm voir plus).

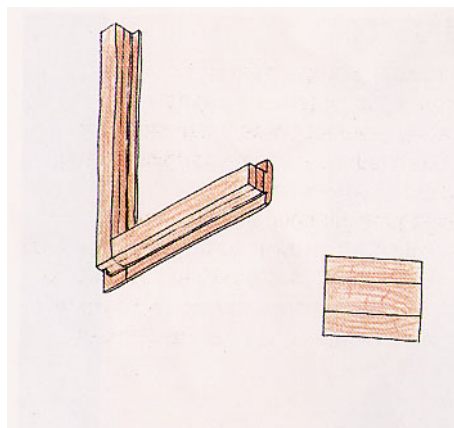
En Guyane, quelques maisons ont été réalisées avec ce types de panneaux en cloisons et en murs extérieurs.



Principe de réalisation d'un panneau en bois massif

Les carrelets lamellés aboutés

Particulièrement adaptés à la fabrication de menuiseries, les carrelets lamellés aboutés sont constitués de deux ou trois lamelles purgées de tout défaut . Le contre collage et un séchage parfaitement maîtrisé permettent d'obtenir des profils stables dans les sections correspondantes aux besoins des menuiseries (par exemple 70 x 80 mm ou 80 x 80 mm).



Les bardeaux

Les bardeaux sont des tuiles de bois obtenues par fendage de billons de 60 à 70 cm de long. Il existe un marché pour ces produits qui se démarquent des principaux produits employés en couverture en zones tropicales (tôles, tuiles,...) Les principales essences utilisées pour ce types de produits couvrent naturellement la classe de risque 4.

On peut citer :

- red cedar , mélèze, châtaignier, / essences tempérées
- wapa, wacapou, / essences tropicales

Ce produit nécessite une fabrication et une mise en œuvre soignée. Ils sont généralement d'un prix plus élevé que celui de la tôle métallique ou de la tuile de terre cuite.



Maison à ossature bois avec toiture en bardeaux de wapa



Détails de toitures en bardeaux

Les équarris

Les équarris sont des pièces de bois massif obtenues en dressant les quatre faces d'une bille de bois. Cette opération réalisée manuellement ou mécaniquement (sur scie à ruban horizontale) permet d'obtenir des pièces de bois de fortes sections (10 x 10 cm² à 50 cm x 50 cm² par exemple)

Quelques essences de bois utilisées en équarris destinés aux ouvrages hydrauliques

Nom commercial	Nom scientifique
Basralocus	<i>Dicorynia guianensis</i>
Greenheart	<i>chlorocardium rodiei</i>
Itauba	<i>Meziraulus spp.</i>
Maçaranduba	<i>Manilkara spp</i>
Manbarklak	<i>Eschweilera</i>

Dans les aménagements hydrauliques (ponton, digues, écluses,...) le bois reste le matériau le mieux adapté. En effet, pour ces réalisations, le choix du bois est fondé sur des raisons objectives et rationnelles chiffrées telles que i) son comportement et sa durabilité dans un milieu aqueux ou saumâtre ii) ses caractéristiques mécaniques et physiques iii) son coût.

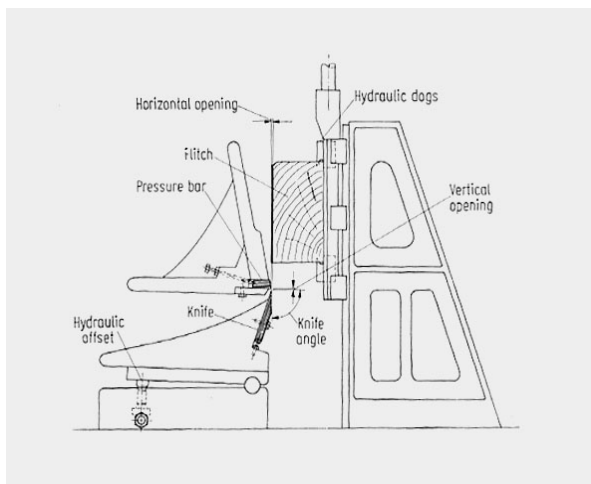
2.1.2. Matériaux dérivés du bois

Dans ce chapitre on distinguera essentiellement deux familles de produits

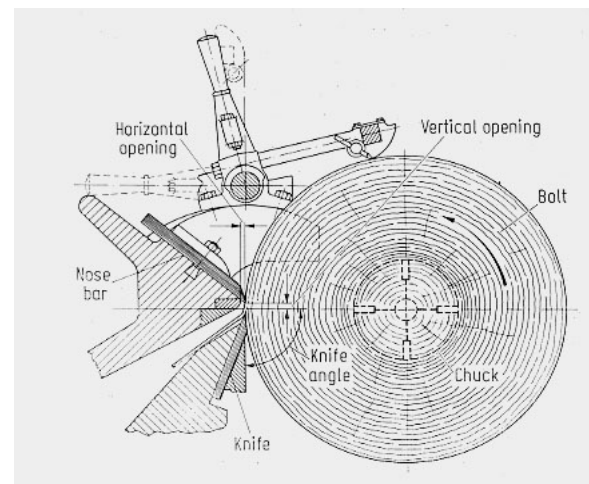
- Les **produits dérivés du déroulage et du tranchage** Ce sont essentiellement les panneaux contreplaqués et assimilés dont la matière première –le placage – est obtenue par déroulage de la bille de bois. Les feuilles de placages issues du tranchage du bois sont utilisées pour la fabrication de panneaux décoratifs.

Déroulage et tranchage : ce sont deux procédés de fabrication qui permettent à partir d'une grume (dans le cas du déroulage) et d'un morceau de grume (pour le tranchage) de réaliser des feuilles de bois qui seront utilisées pour la fabrication de panneaux contreplaqués, de panneaux décoratifs ou de produits techniques.

- Les **produits dérivés de la trituration**. Ce sont les panneaux constitués de particules ou de fibres agglomérées avec ou sans liant. Le bois est défibré ou fragmenté en particules plus ou moins fines qui sont séchées, puis encollées et pressées. Les panneaux obtenus ont des caractéristiques qui dépendent de la taille des particules et de la nature du liant.



Principe du tranchage
D'après Kollmann

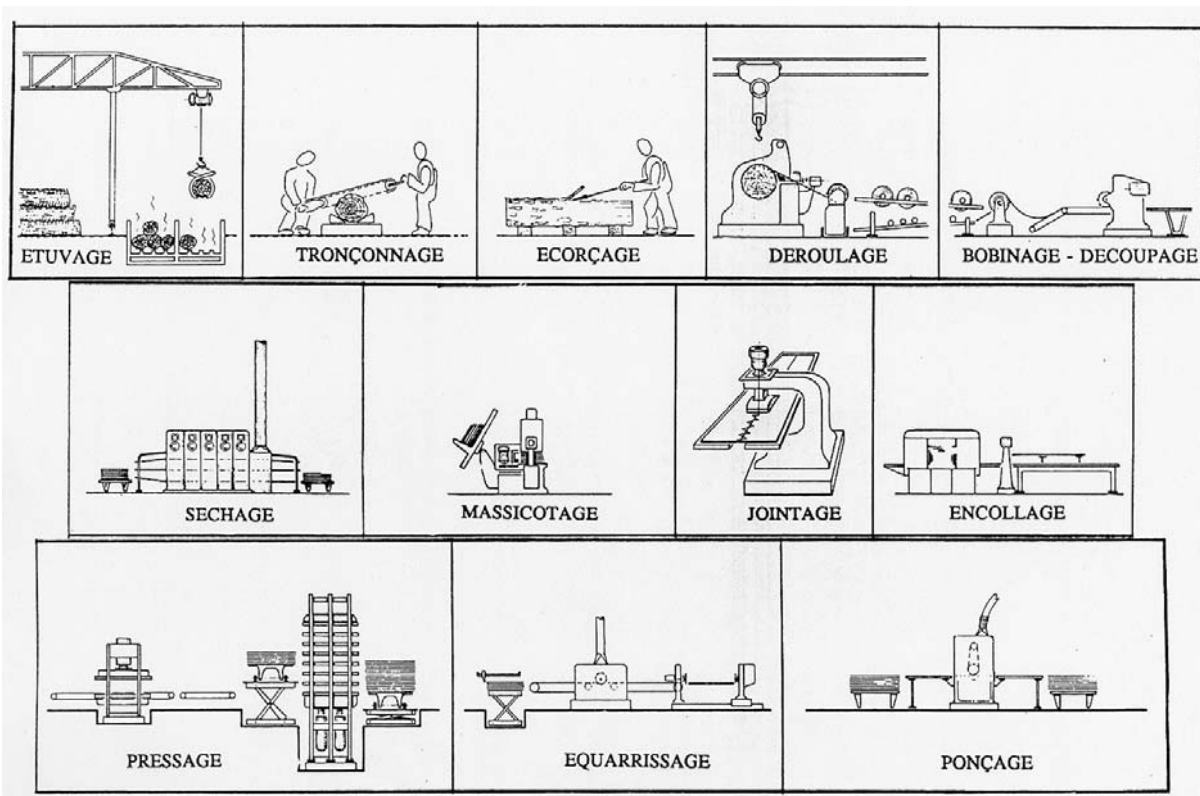


Principe du déroulage
D'après Kollmann

2.1.2.1. Matériaux dérivés du déroulage et du tranchage

Panneaux contreplaqués

Les panneaux contreplaqués sont formés de plusieurs placages (plis) obtenus par déroulage de bois résineux ou feuillus provenant de zones tempérées ou tropicales. Après le déroulage les plis sont séchés, triés par qualité, et découpés. Ensuite les plis sont encollés et empilés de façon à ce que les fils de chaque pli soient perpendiculaires entre eux. Le sandwich constitué d'un nombre impair de plis est ensuite pressé à chaud pour constituer une plaque ou un panneau. De part sa fabrication, le panneau contreplaqué est un matériau qui présente des propriétés (caractéristiques et stabilité dimensionnelle) relativement proches suivant deux directions.



Principe de fabrication du contreplaqué

Les panneaux contreplaqués sont utilisés en ameublement, en emballage, en menuiserie mais aussi dans la construction – coffrage – paroi, cloison, – plancher

Les processus industriels de fabrication actuels, permettent de dérouler des bois de faibles diamètres et de panacher les essences et les qualités : plis de choix inférieurs en âme et faces de qualité supérieure par exemple.

Les panneaux ont généralement 3, 5, 7, 9 plis.

Les possibilités de fabrication, de manutention et de transport sont des contraintes qui déterminent chez le fabricant les dimensions commerciales des panneaux. Les formats courants permettent des épaisseurs de 4 à 40 mm, des longueurs allant jusqu'à 310 cm et des largeurs jusqu'à 153 cm. Un format couramment utilisé est le 244 x 122 cm².

Différents types de panneaux contreplaqués disponibles

Les caractéristiques d'un panneau contreplaqué résultent d'un choix fait au moment de la fabrication sur la qualité du collage et sur la qualité et le choix des essences de bois.

○ Qualité collage :

- panneaux d'usage courant exclusivement destinés à des emplois intérieurs ne présentant pas de risque d'humidité
- collage résistant à l'humidité pour panneaux destinés à des emplois présentant un risque d'humidification temporaire
- collage résistant à l'eau
- collage résistant à des humidités élevées, à l'eau, aux intempéries

○ Qualité et choix des essences des différents plis :

ce choix est fait en fonction de l'usage envisagé à partir des critères « Résistance mécanique » et « esthétique » .

les principales essences d'origine tempérées ou tropicales utilisées pour la fabrication de panneaux contreplaqués sont :
essences résineuses : douglas, pin maritime,...
essences feuillues : peuplier, okoumé, virola,...

Principaux types de panneaux

- standard : emplois courants dans les milieux secs
- CTB O : emplois en extérieur ou en contact de l'eau pendant des durées limitées (marque de qualité)
- CTB X : emplois en extérieur impliquant une exposition prolongée à l'eau ou aux intempéries (marque de qualité)
- Panneaux spéciaux :
 - o Ignifugés : panneaux réalisés avec un additif permettant un classement vis à vis du feu M1 / M2
 - o Traités Fongicides Insecticides : panneaux réalisés avec un additif permettant de résister aux insectes et champignons (adaptés à certains usage en zone tropicale)

Enfin il faut indiquer que les fabricants ou les fournisseurs disposent généralement de fiches techniques de leurs produits et peuvent également donner des conseils de mise en œuvre.

LVL (laminated veneer lumber) « lamibois »

Contrairement aux panneaux contreplaqués, les feuilles issues du déroulage sont dans le cas du « LVL », toutes orientées dans le même sens (fil sur fil) Le pressage en continu autorise de très grandes longueurs (jusqu'à 20mètres) sur des épaisseurs (de 7 à 9 cm) et une largeur constante (entre 1.2 m et 1.4 m) Ces pièces sont essentiellement utilisées en poutres droites et en pièces de charpente. Sur le plan des caractéristiques, elles présentent dans leur plan de travail des niveaux de résistance légèrement supérieurs à ceux du lamellé – collé.

Ce produit est principalement connu au travers un produit utilisé en Europe , le « Kerto » (voir schéma de fabrication page suivante)

Parallam

C'est un produit mis au point au Canada , grâce aux progrès faits sur les colles et les machines pour valoriser les sous produits du déroulage..

C'est un matériau constitué de placages collés fils sur fils. Les placages obtenus par déroulage, sont séchés, et ensuite coupés en lamelles étroites d'environ 2 à 3 cm de large et de 2.4 mètres de long environ. Débarrassées de leurs défauts, orientées dans le sens des fibres, elles sont encollées et pressées en continu dans un format de base (20 mètres de long pour une section de 30 à 40 cm environ). Le produit obtenu est ensuite débité en sections standards destinées à des emplois structurels (poutres, poteaux, ...)

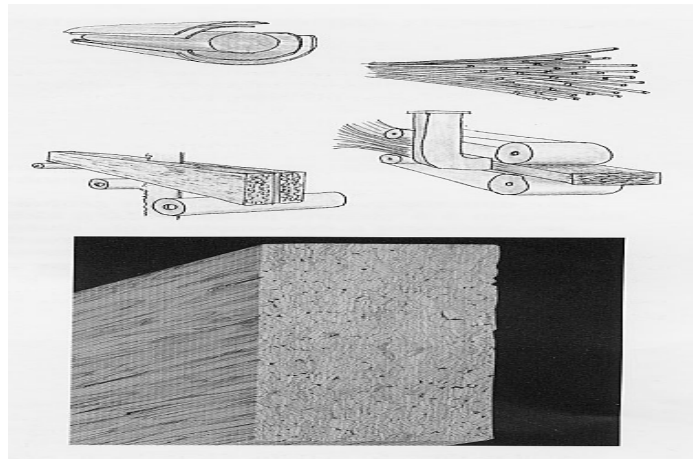


Schéma de fabrication du « paralam »

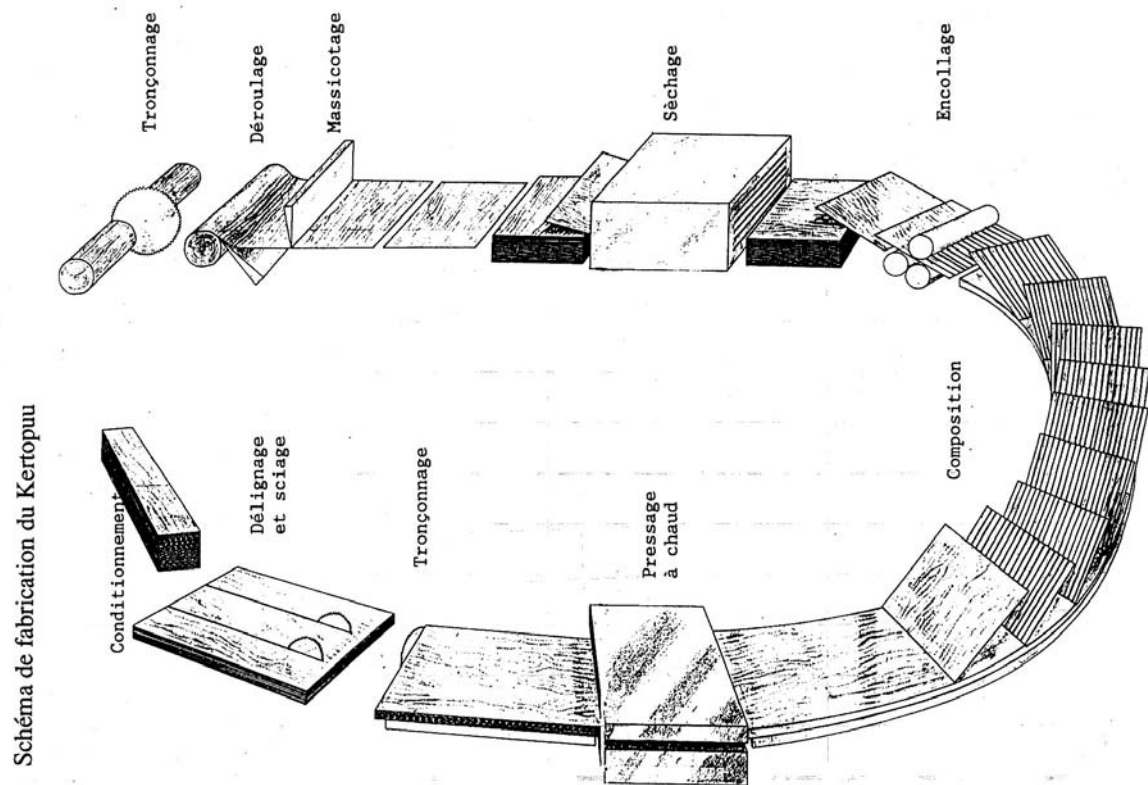


Schéma de fabrication du « Kerto »

2.1.2.2. Matériaux dérivés de la trituration

Panneaux de particules

Ce sont des plaques de bois constituées de particules de bois résineux ou feuillus plus ou moins grosses agglomérées avec des liants aminoplastes (colles urée-formol, mélamine urée-formol) phénoplastes (phénol-formol) ou des isocyanates.

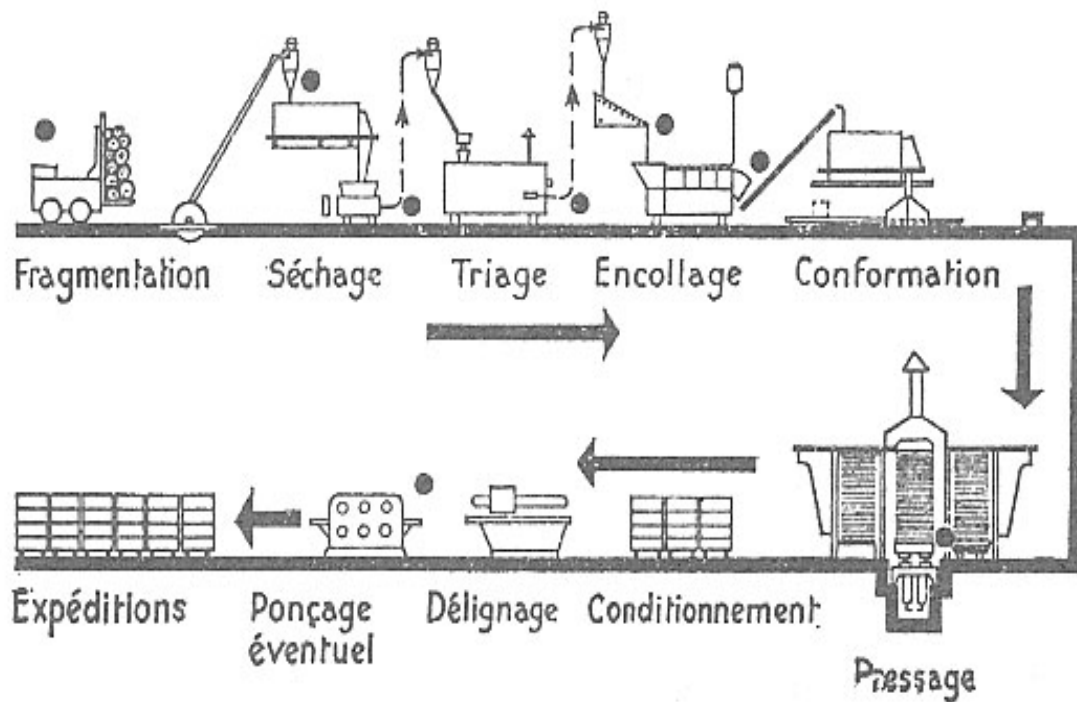


Schéma de fabrication des panneaux de particules

Après fragmentation, on obtient des particules plus ou moins fines qui sont séchées, encollées et pressées à chaud suivant un procédé discontinu (presse à plateaux) ou continu (presse en continu)

Les panneaux, après refroidissement, sont ponçés pour être utilisés en l'état ou alors ils sont transformés (mélaminés,...) pour des utilisations spécifiques.

Les panneaux sont utilisés dans l'ameublement, l'agencement intérieur, en emballage et dans la construction en plancher, cloisons et toitures.

Les possibilités de fabrication, de manutention et de transport sont des contraintes qui déterminent chez le fabricant les dimensions commerciales des panneaux.

Les épaisseurs s'échelonnent de 8 à 70mm ; celles de 16, 19 et 22 mm sont les plus répandues. Les longueurs rencontrées vont de 2.5 m à 5.5 m alors que les largeurs sont comprises entre 1.2 m et 2.5 m.

Différents types de panneaux de particules

- standard : emplois courants dans les milieux secs
- CTB S : emplois courants plus aptitudes aux transformations de surface en milieu sec (marque de qualité)
- CTB H : emplois en ambiance humide discontinue (marque de qualité)
-

- Panneaux spéciaux :
 - o Ignifugés : panneaux réalisés avec un additif permettant un classement vis à vis du feu M1 / M2
 - o Traités Fongicides Insecticides : panneaux réalisés avec un additif permettant de résister aux insectes et champignons (adaptés à certains usage en zone tropicale)

....

Enfin il faut indiquer que les fabricants ou les fournisseurs disposent généralement de fiches techniques de leurs produits et peuvent également donner des conseils de mise en œuvre.

Panneaux de particules orientées (OSB - Oriented Strand Board)

Les panneaux de particules orientées sont des panneaux où les particules sont des lamelles longues (7 à 25 cm) de 2 à 3 cm de large et d'une épaisseur de 0.5 à 1 mm. De plus ces lamelles sont orientées au cours de la fabrication, ce qui donne aux panneaux des caractéristiques mécaniques supérieures à celle des panneaux de particules classiques.

Ces panneaux sont fabriqués avec des liants phénoliques ou mélamine urée formol, ce qui leur confère de bonnes caractéristiques de résistance vis à vis de l'humidité.

Ces panneaux sont essentiellement utilisés en construction (cloison, murs, planchers, couvertures,...) et en emballage (caisses techniques)

Ils sont essentiellement réalisés à partir de bois de résineux.

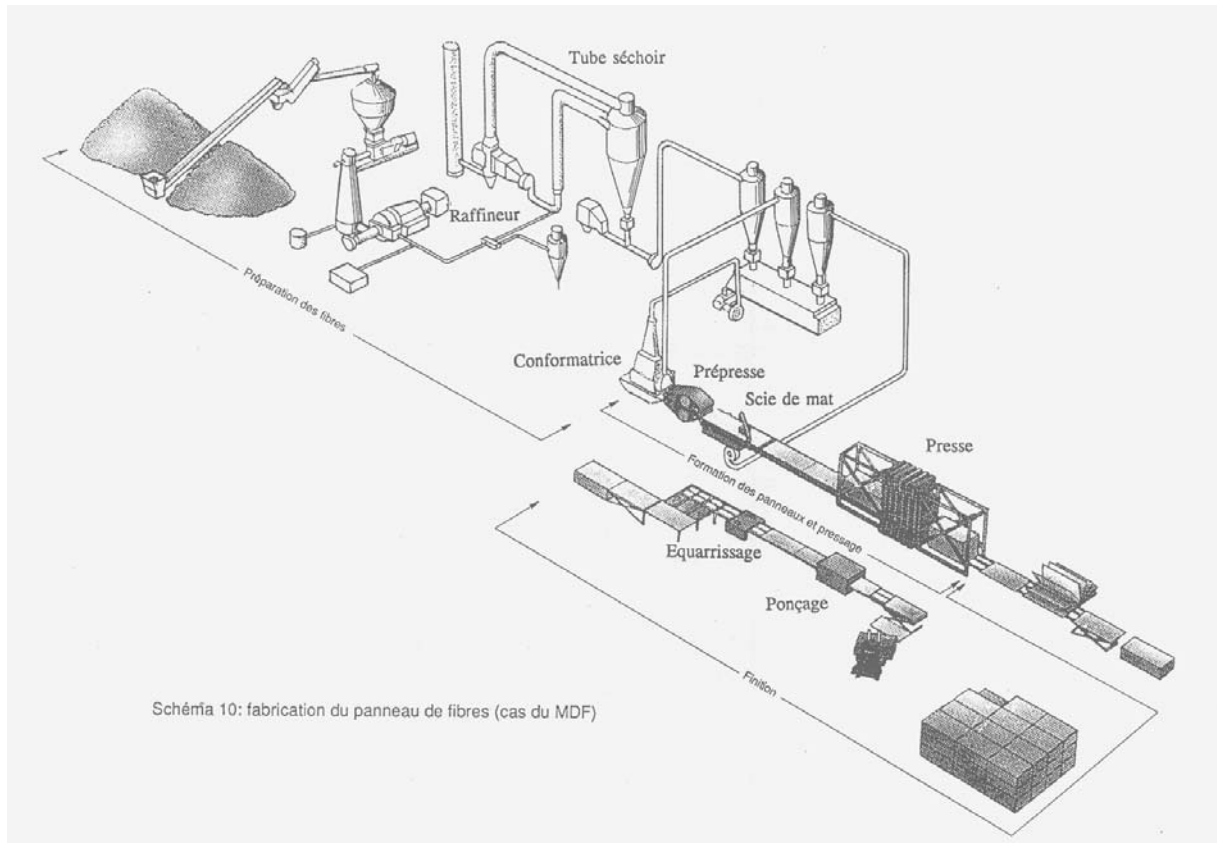
Comme les panneaux de particules, les possibilités de fabrication, de manutention et de transport sont des contraintes qui déterminent chez le fabricant les dimensions commerciales des panneaux.

Les épaisseurs s'échelonnent de 6 à 22 mm ;. Les longueurs rencontrées vont de 2.5 m à 5.0 m alors que les largeurs sont comprises entre 1.25 m et 2.5 m.

Panneaux de fibres

Dans ce type de panneaux, la matière première est la fibre issue de la fragmentation puis du défibrage du bois. Après défibrage, les opérations sont fonction du mode de fabrication :

- par voie humide (la plus ancienne) : les panneaux produits, qu'ils soient durs ou isolants sont fabriqués à partir des fibres de bois dont la cohésion primaire résulte du feutrage des fibres et de leurs propriétés adhésives. Dans certaines fabrications, un apport de produits (colles phénoliques, paraffine,...), améliore les caractéristiques des panneaux.
- par voie sèche (panneaux MDF) : les panneaux sont obtenus à partir des fibres de bois encollées avec des colles (urée-formol, mélamine urée formol,...) et pressées à chaud dans un process continu (presse laminoir) ou bien discontinu (presse à étages)



Les panneaux de fibres présentent une structure plus homogène que les panneaux de particules.

On distingue 3 familles de panneaux de fibres :

- panneaux de fibres durs : masse volumique de l'ordre de 1000 kg/m³
utilisation : mobilier, portes isoplanes, automobile, bâtiments (coffrage courbe,...)
- panneaux de moyenne densité (MDF) : masse volumique comprise entre 600 et 800 kg/m³
Utilisation : mobilier, emballage, agencement,...
- panneaux de fibres isolants : masse volumique de l'ordre de 350 kg/m³
panneaux reconnus pour être un des meilleurs isolants thermiques
utilisation bâtiments et construction ('plancher, cloison, toiture,...)

Comme dans le cas des autres panneaux (contreplaqués, particules) les possibilités de fabrication, de manutention et de transport sont des contraintes qui déterminent chez le fabricant les dimensions commerciales des panneaux.

A titre indicatif on peut citer les formats suivants :

- Panneaux durs :
 - épaisseurs : de 2 à 6 mm, format 550 x 210 cm²
- Panneaux MDF :
 - épaisseurs : de 2 à 45 mm, format 420 x 210 cm²
- panneaux isolants :
 - épaisseurs : 8, 10, 12, 16, 20, 25 mm ; format 275 x 120 cm²

- Panneaux MDF spéciaux :

- o Ignifugés : panneaux réalisés avec un additif permettant un classement vis à vis du feu M1 / M2
- o hydrofuges : panneaux réalisés avec une colle permettant de garantir au panneau une bonne tenue à l'humidité
- o surfacés mélaminés : les panneaux sont recouverts d'un papier spécial qui donne au panneau une qualité « décoration »
- o ...

Enfin il faut ajouter que les fabricants ou les fournisseurs disposent généralement de fiches techniques de leurs produits et peuvent également donner des conseils de mise en œuvre.

Panneaux à liants hydrauliques

On rencontre deux familles de produits à base de liants hydrauliques (ciment, plâtre et chaux) obtenus selon des process différents :

- Les panneaux de fibragglos qui sont à base de copeaux longs
- Les panneaux bois-ciment qui sont à base de particules

Ces deux types de panneaux sont connus pour leur tenue au feu exceptionnelle et une tenue à l'humidité qui les destinent aux ambiances difficiles.

2.2. Performances normalisées des produits à base de bois

La Directive produit de construction et le marquage CE s'applique aux matériaux de construction à base de bois comme aux autres matériaux de construction. L'application se fait au fur et à mesure de la sortie des normes harmonisées sur les produits, qui contiennent les exigences de performance des produits ainsi que les modalités d'attestation de conformité. Pour les panneaux à base de bois (contreplaqués, particules, OSB MDF) le marquage CE est opérationnel depuis juillet 2004.

Le tableau suivant indique la référence de la norme ou du projet de norme pour chaque type de produit, ainsi que les caractéristiques sur lesquelles sont basées les exigences de performances.

Produit	Norme	Classes de performances	Caractéristiques
Sciages pour structure	EN 14081-1	Classe mécanique (C18, C24, D30, D40...) établie selon classement visuel ou classement par machine	contrainte de rupture en flexion, traction, compression, cisaillement, modules d'élasticité correspondants, masse volumique, humidité, durabilité naturelle, réaction au feu
Lamellé collé	EN 14080	Classe mécanique établie en fonction de la classe mécanique du bois massif utilisé (GL 24, GL 28 ...)	Mêmes caractéristiques mécaniques que le bois massif, résistance au cisaillement des joints de colle et délamination en fonction de la classe de service visée, durabilité et réaction au feu

Produit	Norme	Classes de performances	Caractéristiques
Bois panneautés (SWP)	EN 13353	Classification en fonction de la classe de service et du nombre de couche (SWP/1 Ln, SWP/2 Ln, SWP/3 Ln)	Résistance flexion \perp plan, module flexion \perp plan, tolérances dimensionnelle, teneur en humidité, résistance au cisaillement des joints, délamination, durabilité, masse volumique, dégagement de formaldéhyde
LVL	EN 14 374		Qualité du collage Caractéristiques mécaniques (13) masse volumique, réaction au feu, dégagement de formaldéhyde, durabilité.
Contreplaqués	EN 636	3 classes de contreplaqués en fonction de la classe de service (1 milieu sec, 2 milieu humide, 3 milieu extérieur)	Caractéristiques mécaniques (résistance et module en flexion dans les deux sens \perp au plan), dégagement de formaldéhyde, tolérances dimensionnelles, réaction au feu.
OSB	EN 300	4 classes d'utilisation (OSB/1 usage général et agencement intérieur, OSB/2 travaillant milieu sec, OSB/3 travaillant milieu humide, OSB/4 travaillant sous contrainte élevée milieu humide)	Caractéristiques mécaniques (résistance et module en flexion dans les deux sens \perp au plan), Masse volumique, cohésion interne, gonflement en épaisseur, résistance à l'humidité, tolérances dimensionnelles, réaction au feu.
P. particules	EN 312	7 classes de panneaux (P1 à P7) en fonction de la classe de service et de l'utilisation (non travaillant, travaillant, ou travaillant sous contrainte élevée)	Caractéristiques mécaniques (résistance et module et flexion dans les deux sens \perp au plan), cohésion interne, arrachement de surface, humidité, masse volumique, tolérances dimensionnelles, gonflement en épaisseur, gonflement après cycle d'humidité et eau bouillante, teneur en formaldéhyde, durabilité, réaction au feu.
p. fibres et MDF	EN 622-1 à EN 622-5 en fonction du type de panneau	Classement suivant utilisation contrainte/climat. Abréviation spécifique à chaque type de panneau	Masse volumique, tolérances dimensionnelles, gonflement en épaisseur, cohésion interne, résistance et module en flexion, cohésion interne après eau bouillante, résistance à la flexion après eau bouillante, dégagement formaldéhyde, réaction au feu.

2.2.1. Quelques exemples de performances

2.2.1.1. Bois de structure et classes mécaniques

(MPa)	C 18	C20	C22	C24	D 35	D40	D50
Flexion	18	20	22	24	35	40	50
Traction //	11	12	13	14	21	24	30
Traction ⊥	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
Compression //	18	19	20	21	25	26	29
Compression ⊥	2.2	2.3	2.4	2.4	8.4	8.8	9.7
Cisaillement	2.0	2.2	2.4	2.5	3.4	3.8	4.6
Module moyen //	9000	9500	10000	11000	10 000	11000	14000
Module moyen ⊥	300	320	330	370	690	750	930
Module moyen cisaillement	560	590	630	690	650	700	880
Masse volumique moyenne	380	390	410	420	670	700	780

Les valeurs de contrainte à la rupture dans les différentes sollicitations sont les valeurs caractéristiques (c'est-à-dire la valeur de rupture correspondant au fractile à 5% de l'échantillonnage).

Les classes C correspondent aux classes pour les résineux, les D pour les feuillus. Pour les essences utilisées en Guyane, le Gonfolo, l'Alimiao et le Goupé sont classés D 40, l'Angélique est classé D 50, le Jaboty est classé D 35.

2.2.1.2. Bois lamellé collé

	GL24 h	GL 24 C	GL 28 h	GL 28 c
Flexion	24	24	28	28
Traction //	16.5	14	19.5	16.5
Traction ⊥	0.4	0.35	0.45	0.4
Compression //	24	21	26.5	24
Compression ⊥	2.7	2.4	3.0	2.7
Cisaillement	2.7	2.2	3.2	2.7
Module moyen //	11600	11600	12600	12600
Module moyen ⊥	390	320	420	390
Module moyen cisaillement	720	590	780	720
Masse volumique caractéristique	380	350	410	380

On distingue le lamellé collé homogène (h) dont les lamelles ont toutes la même qualité (classement visuel), du lamellé collé composé (C) dans lequel les lamelles de la parties comprimée sont d'une classe visuelle inférieure. Cela permet, tout en ayant des caractéristiques en flexion analogues, d'augmenter le rendement matière de la transformation en utilisant des bois avec un peu plus de défauts.

2.2.1.3. Bois panneautés (SWP)

Bois panneautés à usage structural :

Propriétés caractéristiques	e < 20 mm	20 -30 mm	30 - 80 mm
Masse volumique (kg/m ³)	420	420	420
Flexion ⊥ plan et // fil face (MPa)	32	27	10
Flexion ⊥ plan et ⊥ fil face (MPa)	5	5	5
Module ⊥ plan et // fil face (MPa)	9 000	6 500	5 000
Module ⊥ plan et ⊥ fil face (MPa)	600	400	500

2.2.2. LVL

Il n'y a pas de propriétés caractéristiques préétablies pour ce produit car elles dépendent de l'essence, de l'adhésif. C'est au fabricant de déclarer les valeurs pour sa production après avoir fait les essais nécessaires.

2.2.3. Panneaux de contreplaqués

Dans le cas des contreplaqués, ce sont des classes de contrainte en flexion et de module qui sont définies, chaque fabricant déclarant à quelles classes appartient son produit, en fonction des essences utilisées et du procédé de fabrication.

2.2.4. Panneaux OSB/2 et OSB/3

e mm	Mv Kg/m ³	Flexion // MPa	Flexion ⊥ MPa	Traction // MPa	Traction ⊥ MPa	Comp //MPa	Comp ⊥ MPa	Cisail. de voile MPa	Cisail. roulant MPa
6 à 10	550	18	9.0	9.9	7.2	15.9	12.9	6.8	1.0
10 à 18	550	16.4	8.2	9.4	7.0	15.4	12.7	6.8	1.0
18 à 25	550	14.8	7.4	9.0	6.8	14.8	12.4	6.8	1.0

e mm	E Flexion // MPa	E Flexion ⊥ MPa	E Traction //MPa	E Traction ⊥ MPa	E Comp // MPa	E Comp ⊥ MPa	E Cisail. de voile MPa	E Cisail. roulant MPa
toutes	4930	1980	3800	3000	3300	3000	1080	50

2.2.5. Panneaux de particules travaillants en milieu humide

e mm	Mv Kg/m3	Flexion MPa	Traction MPa	Comp MPa	Cisail. de voile MPa	Cisail. roulant MPa
6 à 13	650	15.0	9.4	12.7	7.0	1.9
13 à 20	600	13.3	8.5	11.8	6.5	1.7
20 à 25	550	11.7	7.4	10.3	5.9	1.5
25 à 32	550	10.0	6.6	9.8	5.2	1.3
32 à 40	500	8.3	5.6	8.5	4.8	1.2
> 40	500	7.5	5.6	7.8	4.4	1.0

e mm	E Flexion MPa	E comp. et traction MPa	Cisail. de voile MPa
6 à 13	3500	2000	960
13 à 20	3300	1900	930
20 à 25	3000	1800	860
25 à 32	2800	1500	750
32 à 40	2400	1400	690
> 40	2100	1300	660

2.2.6. Panneaux MDF travaillants en milieu humide

e mm	Mv Kg/m3	Flexion MPa	Traction MPa	Comp MPa	Cisail. de voile MPa
1.8 à 12	650	222.0	18.0	18.0	8.5
12 à 19	600	22.0	16.5	16.5	8.5
19 à 30	550	21.0	16.0	16.0	8.5
> 30	500	18.0	13.0	13.0	7

e mm	E Flexion MPa	E comp. et traction MPa	Cisail. de voile MPa
1.8 à 12	3700	3100	1000
12 à 19	3200	2800	1000
19 à 30	3100	2700	1000
> 30	2800	2400	1000

2.3. Mise en œuvre des produits à base de bois

Enfin, les conditions de mise en œuvre de ces produits dans les différents types d'ouvrage auxquels ils sont destinés sont décrites dans les norme-DTU. Les principaux textes sont les suivants :

- DTU 31.1: Charpente et escalier en bois
- DTU 31.2: Construction de Maison à ossature bois
- DTU 31.3: charpente en bois assemblées par goussets
- DTU 36.1: Menuiseries en bois
- DTU 41.2: Revêtements extérieurs en bois
- DTU 51.1: Parquets massifs
- DTU 51.2: Parquets collés
- DTU 51.3: Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
- DTU 51.11: Parquets et revêtement de sol contrecollés à parement en bois
- DTU 40.35: couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues
- DTU 40.36: couvertures en plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non

3. Les systèmes constructifs en bois

Nous allons décrire rapidement les principaux types de construction en bois les plus fréquemment utilisés.

Il y a principalement 4 systèmes constructifs en bois :

- le système poteaux-poutres
- les bois empilés
- les ossatures panneaux
- les panneaux massifs

3.1. Le système poteaux-poutres

La structure porteuse du bâtiment est constituée de poteaux disposés tous les 2,5 à 5 mètres supportant des poutres. C'est le plus souvent le lamellé collé qui est utilisé, bien que l'on trouve aussi les bois ronds, les poutres composites ou tous les matériaux décrits précédemment sous forme de poutre ou poteaux (LVL, Parallam, ...)

C'est un système adapté aux grands bâtiments avec de grandes portées et de grands espaces intérieurs (halles de sport, bâtiments commerciaux, bâtiments publics ...).

Les avantages de ce système sont multiples :

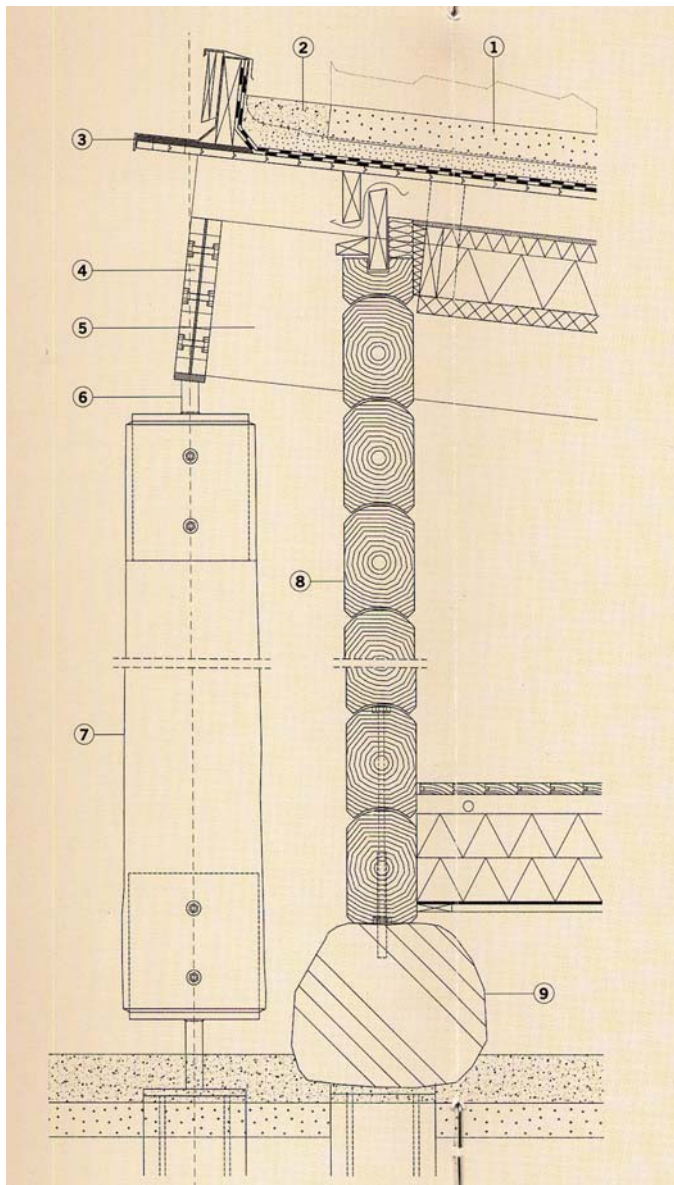
- la structure est préparée en atelier (usinage des assemblages notamment) ce qui permet une meilleure qualité de réalisation (précision) et un gain de temps sur chantier (montage en quelques jours).
- Il y a ensuite un large choix de solutions pour le remplissage et l'enveloppe : grandes baies vitrées, murs maçonnés, ossature panneaux avec isolant épais, terre pisée, madriers empilés ...)



3.2. Les bois empilés

Il s'agit d'un empilement horizontal ou d'un ajustement vertical de pièces de bois épaisses qui s'emboîtent les unes aux autres. Les murs sont à la fois porteurs et isolants. C'est un type de construction très traditionnel utilisé depuis longtemps pour les chalets par exemple.

Une construction de ce type a généralement peu d'ouvertures sur les façades, les assemblages des pièces de bois sont visibles. Il n'y a pas besoin de parement intérieur ou extérieur et la finition est donc en bois. Tout ceci donne à la construction une esthétique traditionnelle.

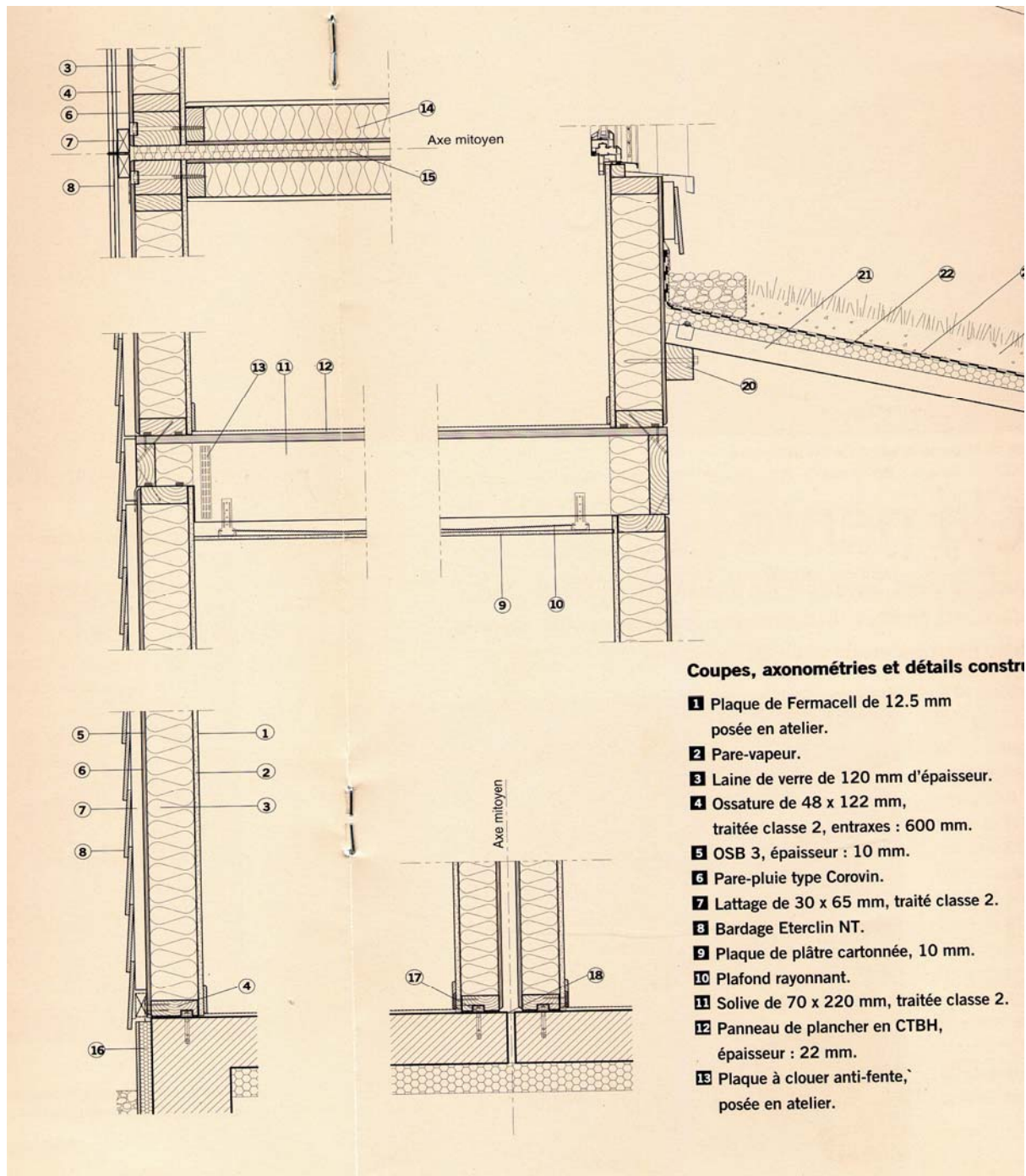


3.3. Le système ossature-panneaux

Ce sont des panneaux à base de bois, généralement contreplaqués ou OSB, cloués sur des montants en bois espacés de 40 à 60 cm. L'isolant thermique est inséré à l'intérieur de la structure. Les murs sont porteurs.

Le système est préfabriqué en atelier, ce qui permet une meilleure qualité de réalisation. L'assemblage est réalisé sur chantier : le montage dure quelques semaines.

Il en résulte une structure légère, qui est particulièrement adaptée aux zones sismiques, par exemple.

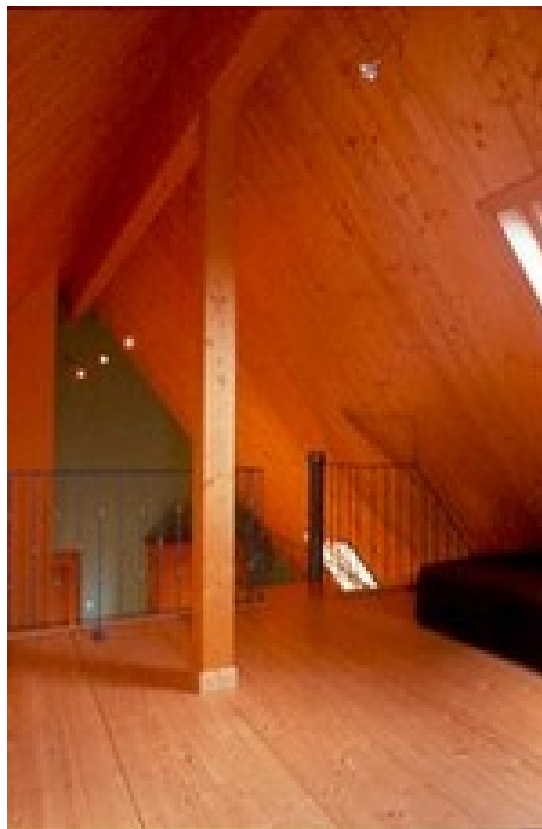




Extension du lycée Gontran Damas à Cayenne

3.4. Les panneaux massifs

Il s'agit de panneaux en bois massifs de 1 à 3 plis. Les panneaux sont porteurs et sont utilisés comme murs extérieurs, murs de refend, planchers ou support de couverture. Ils sont mécaniquement plus résistants que le bois massif et peuvent travailler dans tous les sens. Ils sont disponibles en grandes dimensions. Leur mise en œuvre est très rapide également.



4. Les agents de dégradation et les risques

L'arbre est un être vivant, constitué d'une matière structurée avec une précision et une complexité propres aux espèces évoluées du règne végétal. A ce titre, il possède ses propres capacités de réaction contre les agressions extérieures, qu'elles soient d'origine mécanique (vent), climatologique (sécheresse, gel ...) ou biologique (insectes, champignons et bactéries). Contre toutes ces attaques potentielles, l'arbre sur pied est presque toujours capable de se défendre, de cicatriser ses plaies et de régénérer ses tissus altérés par la maladie.

Une fois abattu et exploité, l'arbre devient bois, matériau sans défense, biodégradable sous l'action d'un certain nombre d'agents biologiques. Ces agents de dégradation – insectes et champignons- se manifesteront essentiellement en fonction de l'essence et de la situation dans laquelle se trouvent les pièces de bois (essence, humidité du bois, température et milieu environnant).

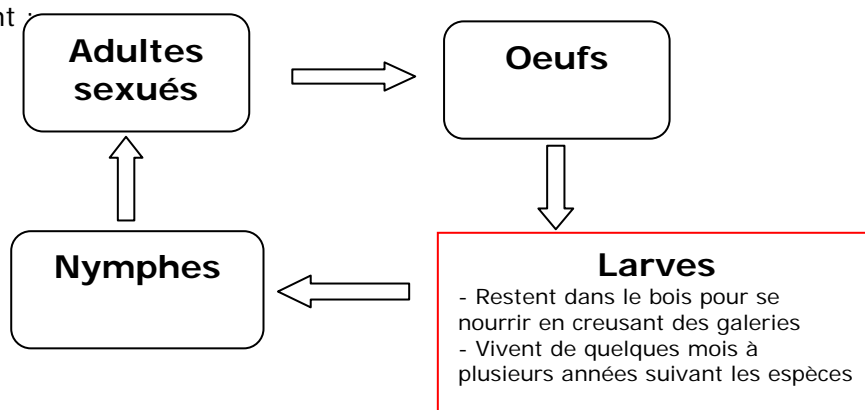
Différentes espèces biologiques sont capables de digérer le bois. Selon les agents en cause, ces dégradations peuvent être seulement d'ordre esthétique (piqûres non actives, bleuissement, moisissures) ou structurel (galerie d'insectes, pourriture ...). Les altérations esthétiques ne diminuent pas la résistance et les propriétés mécaniques du bois ; seul l'aspect de surface est modifié, ce qui ne dévalorise le bois que s'il doit être utilisé pour ses qualités décoratives. (Le bleuissement est néanmoins une altération économiquement importante dans la mesure où il peut déclasser les sciages). En revanche, les risques structurels, du fait qu'ils peuvent compromettre la solidité des ouvrages, doivent être systématiquement identifiés.

4.1. Description des agents de dégradation

4.1.1. Les insectes à larves xylophages

Ils se caractérisent par leur cycle évolutif qui comprend un stade larvaire plus ou moins long pendant lequel la larve se développe dans le bois en s'en nourrissant et en le détériorant.

Le cycle est le suivant :



Les conditions ambiantes (température et humidité) et la valeur nutritive du bois influent sur la vitesse de développement des larves.

Certains insectes n'attaquent que les bois frais, fraîchement abattus ou encore humides. Ils ne se reproduisent plus une fois que le bois est sec (moins de 25% d'humidité environ, soit en dessous de son PSF), mais peuvent terminer leur cycle dans le bois en

place et y forer des trous de sortie, même si un traitement préventif de préservation a été effectué entre temps.

Les insectes de bois secs sont en revanche beaucoup plus dangereux puisqu'ils ont la faculté de renouveler leur cycle évolutif dans le bois sec (entre 7 et 25 % d'humidité), ce qui correspond aux conditions en service habituelles des ouvrages en bois.

Les larves se développent de façon préférentielle dans l'aubier, mais aussi dans le bois parfait pour les essences non duraminisées.

Les duramens sont résistants mais peuvent perdre leur résistance lorsqu'ils ont subi l'attaque de champignons de pourriture à la suite d'une exposition prolongée à des conditions anormales d'humidité. Le tableau ci dessous indique pour les principaux insectes à larves xylophages, les essences sensibles, leur cycle et la forme de leur trou d'envol.

Insectes	Localisation géographique	Essence sensible	Durée du cycle larvaire	Forme des dégâts
Capricorne (<i>hylotrupes bajulus</i>)	Europe (sauf Scandinavie) Afrique, Asie, Argentine Uruguay	Résineux	2 à 5 ans	Trou d'envol : Oval 6-10 mm Galeries ovalaires // au fil du bois, parois striées Vermoulure
Hespérophanes (<i>Hesperophanes cinereus</i>)	Europe méridionale Afrique du Nord Asie	Feuillus	2 ans et plus	Trou d'envol : oval 10-12 mm Galeries ovalaires // au fil du bois, parois striées Vermoulure jaune clair en forme de tonnelets (0,8 x 0,5 mm)
Grosse vrillette (<i>xestobium rufovillosum</i>)	Europe Afrique du Nord Amérique du Nord	Feuillus et résineux	3 à 10 ans selon le degré de pourriture	Trou d'envol circulaire 2-4 mm Galeries circulaires dans le sens du fil Vermoulure granuleuse en forme de lentille de 1 mm
Petite vrillette (<i>anobium punctatum</i>)	Europe Amérique (Nord-Est) Afrique du Sud Australie-NZ	Feuillus et résineux	1 à 4 ans selon les conditions climatiques	Trou d'envol circulaire 1-3 mm Galeries circulaires dans le sens du fil Vermoulure finement granuleuse
Lyctus (<i>L. Brunneus</i> et <i>L. linearis</i>)	Brunneus : monde entier Linearis : Europe	Certaines essences feuillues	8 à 12 mois	Trou d'envol circulaire 1-2 mm Galeries circulaires dans le sens du fil Vermoulure fine, aspect fleur de farine
Bostryches (<i>bostrychus capucinus</i>)	Europe Amérique du Nord	Feuillus et résineux	1 an	Trou d'envol circulaire 3-5 mm Galerie ovale Vermoulure fine et fortement tassée
Bostryches	Zone tropicale			Trou d'envol Galerie Vermoulure



Dégâts de grosse vrillette



Dégâts d'Hespéroshades

Parmi les dégâts dus aux insectes, on trouve aussi les « **piqûres noires** ». Elles sont provoquées par plusieurs espèces de coléoptères regroupés sous l'appellation vulgarisée de Scolytes. A la différence des insectes xylophages proprement dits, ce sont les adultes qui forent les galeries pour y déposer leurs pontes ainsi que les champignons aux dépens desquels vont se développer les larves. Dans ce cas, le bois sert juste d'abri. On observe alors des galeries perpendiculaires au fil du bois et des orifices de 0,5 à 3 mm bordés de couleur noire. Il n'y a pas de vermoulure.

4.1.2. Les termites

Le mode d'action des termites se distingue fondamentalement de celui des insectes à larves xylophages. Ils sont organisés en société et sont de ce fait incapables de vivre isolément. De plus, ce sont les insectes adultes (ouvriers) et non pas les larves qui attaquent le bois à la fois pour s'en nourrir et pour alimenter les autres membres de la colonie. Environ 2000 espèces de termites ont été recensées, dont une grande majorité vit dans les régions tropicales et équatoriales. Parmi elles, seulement 5 à 10 % se nourrissent de bois d'œuvre, les autres se nourrissant de bois tombé à terre ou d'arbres morts sur pied ou encore de bois mort sur un arbre vivant.

Dans les zones habitées, les termites s'attaquent aux bois mis en œuvre, aux bois entreposés mais aussi à toutes les espèces ligneuses de jardin et d'ornement : manguiers, hibiscus, eucalyptus etc....

En plus du bois massif, tous les matériaux cellulotiques, matériaux à base de bois (panneaux, contre-plaqués...) mais aussi papier, cartons, textiles, peuvent être attaqués. Outre ces destructions qui répondent à un besoin de nutrition, les termites peuvent provoquer également des altérations ou des perforations de matières sans valeur alimentaire apparente pour eux (plâtre, matières plastiques, isolants des fils et câbles électriques) qui se trouvent sur leur passage.

Les individus d'une colonie ne sont pas tous identiques, ils sont polymorphes, on distingue plusieurs castes :

- **Les ouvriers** forment la majeure partie de la population active et ne participent pas à la reproduction ; ce sont eux qui sont responsables des dégâts.
- **Les soldats** beaucoup moins nombreux (de 1 à 30 % de la population suivant les espèces) se remarquent par leur tête allongée et armée d'ordinaire de puissantes mandibules en cisailles. Ils sont nourris par les ouvriers. Ce sont eux qui assurent la défense de la colonie et leur examen permet d'identifier relativement facilement le genre observé.
- **Les sexués**, mâles ou femelles, assurent seuls les fonctions reproductrices. En principe, la fonction reproductrice est assurée par un couple unique, la reine et le roi, mais, dans certaines colonies, il peut y avoir plusieurs couples reproducteurs.

- **Les larves** et **les nymphes** sont les membres jeunes de la colonie qui donnent, après transformation, soit des individus sexués soit des individus neutres.

La taille de la colonie varie avec les espèces, de quelques centaines à plusieurs millions d'individus.

Les colonies vivent dans des nids ou termitières plus ou moins complexes et plus ou moins visibles car souvent très diffuses. Les plus simples ne sont que des galeries creusées dans le bois ou dans le sol ; d'autres sont des édifices très élaborés et très fonctionnels.

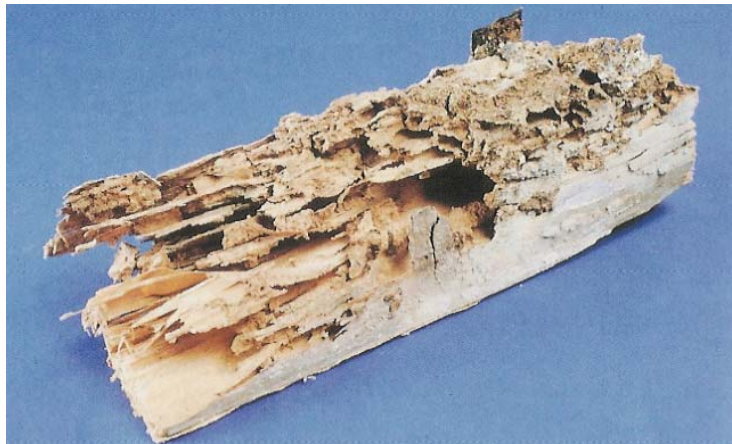
Comme tous les êtres vivants, l'ordre des Isoptères est divisé en familles, elles-mêmes divisées en sous-familles comprenant des genres puis des espèces, voire des sous-espèces. Dans la pratique, il convient de distinguer deux groupes de termites à biologie légèrement différente.

- Les **termites** dits **souterrains** qui ne le sont pas systématiquement, dont les besoins en eau sont relativement importants et qui, d'une manière ou d'une autre, sont en contact permanent avec le sol ou une source d'humidité.

- Les **termites** dits **de bois sec**, dont les besoins en eau sont faibles et pour lesquels l'humidité d'un bois, même sec à l'air, suffit à assurer leurs besoins en eau.

Le tableau suivant résume les principales espèces de termites rencontrées dans le bois en œuvre.

Termites	Type	Localisation géographique	Essence sensible	Aspect des dégâts
<i>Reticulitermes</i> <i>Santonensis</i> (Termite de Saintonge)	Termite souterrain	France, Palestine	Toutes essences de la zone tempérée	Bois : présences de lacunes toujours vides de vermoulure et tapissées de concrétions Murs : présence de galeries-tunnels
<i>Reticulitermes</i> <i>Lucifugus</i>	Termite souterrain	Pourtour méditerranéens	Toutes essences de la zone tempérée	Bois : présences de lacunes toujours vides de vermoulure et tapissées de concrétions Murs : présence de galeries-tunnels
<i>Cryptotermès</i> <i>spp</i> .	Termite de bois sec	Zone tropicale et Sud de l'Europe	Toutes essences de la zone tempérée	Bois : d'apparence feuilletée, avec présence de vermoulure (grains de 0,5 à 1 mm, à faces concaves) Pas de galeries sur les murs.
<i>Kalotermès</i> <i>Flavicollis</i>	Termite de bois sec	Zone tropicale et pourtour méditerranéen	Toutes essences de la zone tempérée	Bois : d'apparence feuilletée, avec présence de vermoulure (grains de 0,5 à 1 mm, à faces concaves) Pas de galeries sur les murs.
<i>Nasutitermes</i> <i>Ephratae</i>	Termite souterrain	Zone tropicale	Quelques essences tropicales résistantes (voir durabilité naturelle)	Bois : présences de lacunes toujours vides de vermoulure et tapissées de concrétions Murs : présence de galeries-tunnels
<i>Heterotermes</i> <i>Tenuis</i>	Termite souterrain	Zone tropicale	Quelques essences tropicales résistantes (voir durabilité naturelle)	Bois : présences de lacunes toujours vides de vermoulure et tapissées de concrétions Murs : présence de galeries-tunnels



Dégâts de termites souterrains

4.1.3. Les champignons lignivores

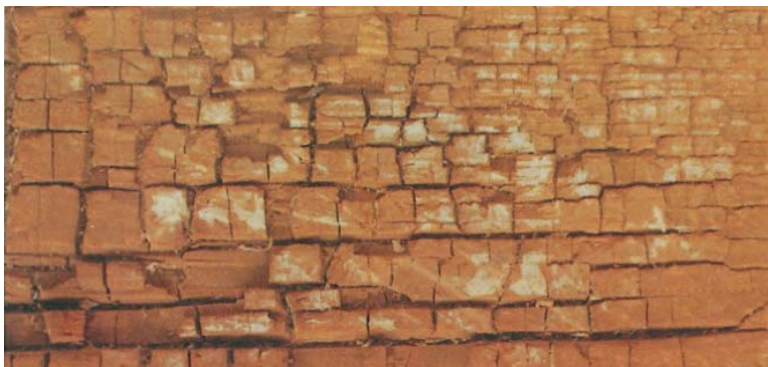
Les champignons capables de dégrader les bois en œuvre appartiennent à différentes espèces présentes dans l'atmosphère sous forme de spores. Ces champignons ne se développent qu'en présence d'oxygène, ce qui explique que les bois immergés dans l'eau ne pourrissent pas. Pour les espèces les plus dangereuses, l'humidité du bois doit dépasser 22 % et la température optimale de l'air se situe généralement entre 20 et 30°C. Toutefois certaines variétés comme la mérule peuvent se développer à partir de 10°C. Le risque de développement de champignons de pourriture est inéluctable et systématique dès lors que les conditions d'humidité et température sont réunies. D'une façon générale, la durabilité naturelle du bois est très faible pour tous les aubiers et les bois parfaits non différenciés. Elle est meilleure pour les duramens, avec de grandes variations selon les essences.

La phase ultime de la dégradation prend la forme d'une « pourriture ». Certaines espèces détruisent la cellulose du bois, d'autres la cellulose et la lignine. Dans tous les cas cette action entraîne à terme une perte considérable des propriétés du bois.

Pourriture cubique (brune)

Elle détruit la cellulose du bois. La coloration du bois dégradé est foncée (on parle aussi de pourriture brune) et des fissures apparaissent dans les trois sens. L'aspect du bois est celui d'un bois calciné. Le représentant le plus connu de ce type de pourriture est la Mérule (*serpula lacrymans*). Très sensible aux variations de chaleur et d'humidité, ce champignon est inféodé aux bâtiments humides et mal ventilés. Le Coniophore des caves (*coniophora puteana*) dégrade des bois très humides dans les lieux obscurs.

Enfin, certains agents de pourriture sont capables de résister aux alternances de chaleur et d'humidité et peuvent ainsi se développer sur le bois à l'extérieur. Par exemple, *lenzites sepiara* s'attaque particulièrement aux menuiseries extérieures et aux bois lamellés collés résineux.



Pourriture cubique

Pourriture fibreuse (blanche)

Les agents de pourriture fibreuse dégradent simultanément la lignine et la cellulose. Ces champignons nécessitent des taux d'humidité très élevés (fuite d'eau continue). Leur développement est localisé.

Pourriture molle

Ces agents attaquent la cellulose. Ce type de dégradation confère au bois dégradé un aspect spongieux et se développe dans des conditions bien particulières : taux d'humidité très élevé (supérieur à 50%) et nécessité d'un apport nutritif par des sels minéraux. Ce type d'attaque sévit dans les bois au contact avec le sol ou les menuiseries extérieures gorgées d'eau.



Echauffures

Ce type de champignons lignivores se développe dans l'arbre sur pied et dans les grumes séjournant longtemps sur le parterre des coupes. Les désordres constatés sur le bois ne sont qu'esthétiques en début d'attaque mais se traduit en phase ultime par de la pourriture fibreuse. Les dégâts ne peuvent donc pas être rencontrés dans un bois en œuvre initialement sain mais l'utilisation de bois échauffés, même au stade de l'altération esthétique est déconseillée.

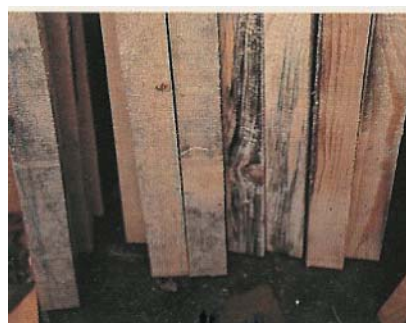


Bleuissement

Cette altération d'ordre esthétique est due au développement dans le bois de champignons responsables d'une discoloration : le bleuissement. Ils n'entraînent pas de perte de propriétés mécaniques mais la teinte bleu-noirâtre donnée au bois est permanente et inesthétique. On trouve 2 types de bleuissement :

- celui qui attaque les bois fraîchement abattus ou débités séchant trop lentement à l'air
- celui qui apparaît sur les bois mis en œuvre et anormalement réhumidifiés par défaut de protection efficace (ex. menuiseries extérieures).

Ce sont deux agents différents qui ont la même biologie et les mêmes conséquences pour le bois.

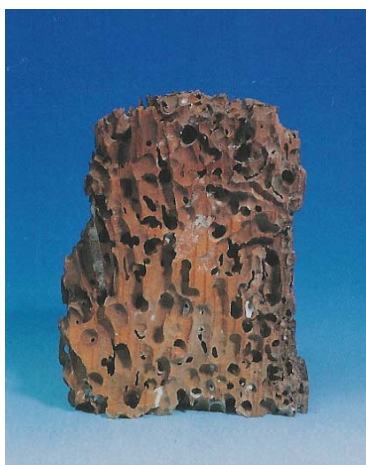


4.1.4. Les térébrants marins

Ce sont des espèces de mollusques où de crustacés qui forent les bois utilisés en contact de l'eau de mer : pieux, pilotis, coques de bateaux ... les deux plus importants sont :

- les *teredo* ou tarets pour les mollusques
- les *limnoria* pour les crustacés

Ils utilisent le bois en complément du plancton comme nourriture mais aussi comme abri. Les dégâts occasionnés par les *limnoria* sont souvent superficiels et localisés au niveau de la ligne d'eau. Ceux occasionnés par les tarets peuvent être beaucoup plus importants et diminuer très rapidement la résistance mécanique des bois, d'autant plus rapidement que la température des eaux est plus élevée (eaux tropicales).



4.2. L'évaluation des risques

Dans un ouvrage ou dans une fonction donnée, le bois peut être soumis à l'agression d'un ou plusieurs agents biologiques. Toutes les situations peuvent être regroupées en catégories dans lesquelles ces risques sont les mêmes ou suffisamment comparables. La norme européenne EN 335 décrit ainsi cinq « classes de risque d'attaque biologique » qui sont essentiellement définies et hiérarchisées par rapport aux possibilités d'humidification du bois et à la durée de cette humidification. Le tableau suivant décrit ces cinq classes de risque.

Classes de risques biologiques d'emploi du bois dans la construction

Classe d'emploi	Situation générale en service	Description de l'exposition à l'humidification en service	Agents biologiques	
1	A l'intérieur, à l'abri	sec	Coléoptères foreurs du bois	En cas de présence possible de termites, cette classe est désignée 1T
2	A l'intérieur ou sous abri	Occasionnellement humide	Coléoptères foreurs du bois + champignons de discoloration + champignons de pourriture	En cas de présence possible de termites, cette classe est désignée 2T
3	3.1. A l'extérieur, au dessus du sol, protégé 3.2. A l'extérieur, au dessus du sol, non protégé	Occasionnellement humide Fréquemment humide	Coléoptères foreurs du bois + champignons de discoloration + champignons de pourriture	En cas de présence possible de termites, cette classe est désignée 3.1T ou 3.2 T
4	4.1 A l'extérieur en contact avec le sol et/ou l'eau douce 4.2 A l'extérieur en contact avec le sol (sévère) et/ou l'eau douce	A prédominance ou en permanence humide En permanence humide	Coléoptères foreurs du bois + champignons de discoloration + champignons de pourriture + champignons de pourriture molle	En cas de présence possible de termites, cette classe est désignée 4.1T ou 4.2 T
5	Dans l'eau salée	Humide en permanence	champignons de pourriture + champignons de pourriture molle + térébrants marins	A : téréridés et limnoria B : comme A + limnoria tolérant à la créosote C : comme en B + pholades

5. Les moyens de protection du bois

5.1. Séchage

5.1.1. Pourquoi sécher ?

Le séchage du bois consiste à retirer la plus grande partie de l'eau contenue dans le matériau, aux meilleures conditions de qualité et de temps.

Le séchage constitue une protection du bois dans la mesure où l'attaque des agents biologiques de dégradation, et en particulier les champignons, intervient quand le bois a une humidité importante, supérieure à 20% environ. Par ailleurs, quand le bois a été séché à cœur en dessous du point de saturation des fibres, il reprend beaucoup plus lentement d'humidité et son taux d'humidité ne remonte plus au-delà du PSF à moins d'être immergé.

Le premier objectif du séchage est donc d'empêcher la dégradation biologique.

Son deuxième objectif est de limiter les déformations du bois mis en œuvre. En effet, entre l'état vert et l'humidité d'équilibre du bois dans les ouvrages, les pièces subissent un retrait, qui peuvent avoir des conséquences graves sur la stabilité de l'ouvrage. Pour limiter les désagréments dus au retrait, il est nécessaire, avant la mise en œuvre du matériau, de l'amener à l'humidité qu'il aura lors de son utilisation.

Le diagramme ci-dessous donne le taux d'humidité d'équilibre des bois dans leur différents emplois.

13											13	
15						meubles	menuiserie intérieure	parquet			15	
17												
19					lamellé	charpente					19	
		caisserie	menuiserie	charpente	collé	combles						
21	Charpente		extérieure	tradi		habitables					21	
23	fermette										23	
25											25	

5.1.2. Principe du séchage

Le séchage du bois résulte de la combinaison d'un phénomène général d'évaporation avec un phénomène propre au matériau : la circulation de l'eau à l'intérieur de ce dernier. Il s'agit d'une opération qui doit permettre de réaliser les meilleures conditions pour faciliter le mouvement de l'eau dans la masse du bois, du centre vers la périphérie où elle est ensuite évaporée.

5.1.3. Comment sécher ?

Il existe deux types de séchage : le séchage naturel (à l'air libre) et le séchage artificiel qui peut se faire par différents procédés.

5.1.3.1. le séchage naturel

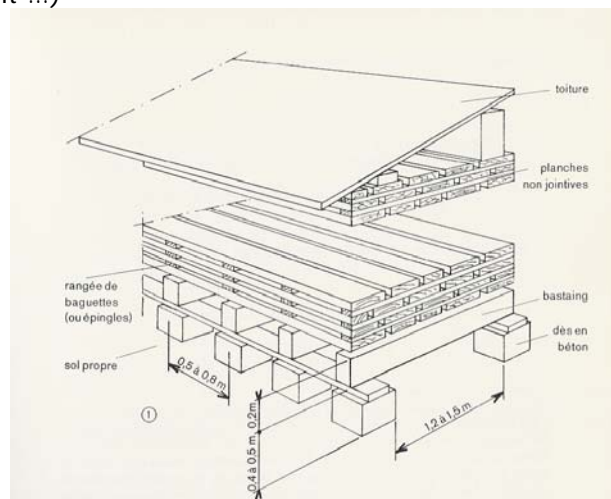
Il consiste à entreposer à l'extérieur, sous abris ou hangar, les débités empilés sur baguettes. Le procédé est nettement amélioré lorsque les piles sont bien ventilées et à l'abri des intempéries. Ce procédé, employé depuis très longtemps pour de nombreux produits, et apparemment gratuit, présente de nombreux inconvénients dans le cas du bois :

séchage très long (quelques mois à une année selon l'essence, l'épaisseur des planches et la saison), ce qui implique stocks et aire de stockage importants, et un manque de souplesse vis à vis de la demande,

impossibilité d'obtenir une teneur finale en eau inférieure à l'équilibre hygroscopique extérieur (12 à 18% suivant les saisons en métropole, 18 à 25 % en zone tropicale humide).

risque élevé de dégradation par les champignons et les insectes, relatif à la longue période pendant laquelle le bois est humide et exposé à l'oxygène de l'air.

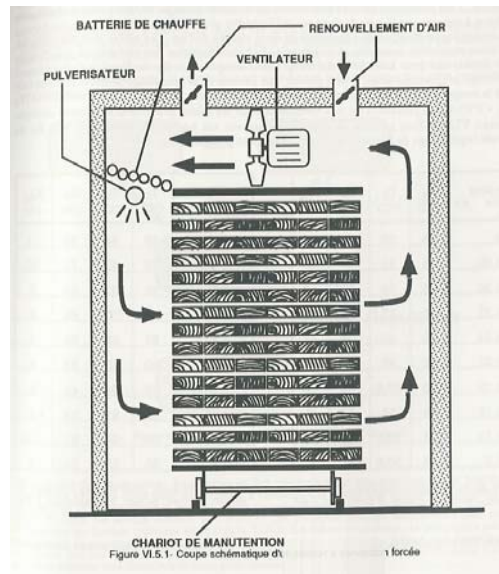
risques de dégradations mécaniques : bien que très lent, ce type de séchage n'est pas le plus sûr : en été, toutes les conditions peuvent être remplies pour obtenir des échanges externes très violents (température de 30°C, faible humidité de l'air, rayonnement solaire important, vent ...)



5.1.3.2. le séchage artificiel

Les inconvénients cités ci-dessus ont conduit les professionnels à s'orienter vers le séchage artificiel. Il s'effectue traditionnellement par convection forcée dans des cellules à atmosphère contrôlée en température et humidité relative. De tels séchoirs permettent de contrôler et maîtriser les caractéristiques de l'écoulement de l'air. La température est

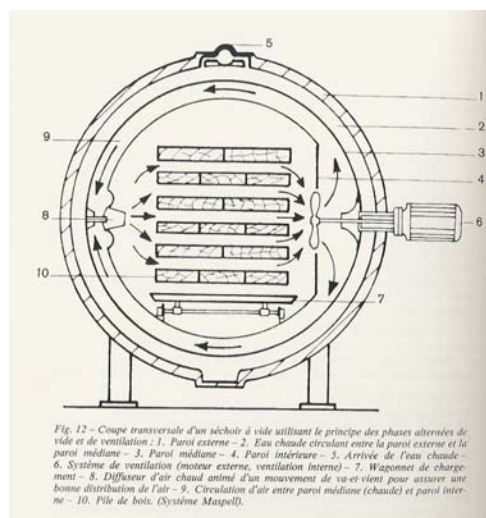
régulée par batteries de chauffe, l'humidité peut être augmentée (pulvérisation de liquide ou injection de vapeur) ou diminuée (renouvellement partiel de l'air du séchoir, condensation sur un échangeur thermique refroidi) et la vitesse de l'air est assurée par des ventilateurs électriques.



Autres procédés :

La plupart des nouveaux procédés a pour objet la réduction de la lenteur des transferts internes dans le bois. La vitesse de séchage ne peut être accrue sans dégradation supplémentaire qu'à condition d'accélérer le transfert interne d'humidité ou mieux, le transfert d'humidité et le transfert de chaleur. On trouve ainsi :

- le séchage haute température, de l'ordre de 120 à 180°C, sous forte humidité de l'air
- le séchage sous vide, de l'ordre de 60 mm Hg. L'action du vide favorise l'évaporation de l'eau à basse température et accélère ainsi sa circulation du centre vers l'extérieur du bois. Les temps de séchage s'en trouvent particulièrement réduits. L'apport de chaleur peut se faire soit sous vide par conduction avec des plaques chauffantes, soit par des cycles alternant vide et chauffage par convection.



- séchage micro-onde : on fait passer un champ électromagnétique dans le bois, le bois est ainsi réchauffé très rapidement à cœur. Système coûteux et difficile à mettre en œuvre. Peu d'utilisation (complément de séchage pour les placages).
- séchage solaire : séchage traditionnel dans lequel les batteries de chauffe sont des panneaux solaires ou une paroi laissant passer le rayonnement solaire. Le dispositif est évidemment tributaire du soleil et la régulation de température se fait mal.

5.1.4. Facteurs qui conditionnent le séchage

a) facteur dépendant de l'air

- La température : elle conditionne la vitesse de circulation de l'eau dans le matériau : par exemple à 80°C la vitesse de circulation de l'eau dans le bois est 5 fois plus importante qu'à 25°C. L'eau circule d'un point chaud vers un point froid. La température accélère également l'évaporation : plus la température sera grande, plus l'évaporation sera intense puisque l'air pourra absorber plus d'humidité.
- l'état hygrométrique de l'air : il a une grande influence sur l'intensité d'évaporation.
- la pression : à température et vitesse de l'air constantes, le coefficient de circulation de l'eau dans le bois augmente lorsque la pression diminue, la température d'ébullition de l'eau diminue également.
- la vitesse de l'air : la vitesse de l'air à la surface du bois a une grande influence au début du séchage pour éliminer l'eau libre. C'est un facteur d'homogénéité du séchage et de plus grande évaporation. Par contre, avec une trop grande vitesse on risque de dessécher le bois trop rapidement. Des vitesses de 1,5 à 2 m/s pour les bois durs et 2,5 à 3,5 m/s pour les bois tendres sont de ce fait conseillées.

b) facteur dépendant du bois

- le débit : la vitesse de circulation de l'eau est beaucoup plus grande dans le sens axial que dans le sens radial ou tangentiel. Cette différence est d'autant plus sensible que le bois est plus léger.
- la densité : plus le bois est dense, plus la vitesse de circulation de l'eau est faible.
- le degré d'humidité : plus un bois est humide, plus l'eau circule vite
- l'épaisseur : plus un bois est épais, plus l'eau mettra du temps pour aller du cœur à la surface.

5.1.5. Les tables de séchage

Un séchage bien conduit devra réaliser le difficile compromis entre la durée de séchage, la consommation énergétique et la qualité du produit fini. Pour l'instant, seule la pratique des conducteurs de séchoirs a permis d'approcher cet optimum, qui se traduit par les tables de séchage. Celles ci donnent pour chaque essence, température et humidité relative en fonction de la teneur moyenne en eau du bois. Les conditions doivent être douces en début de séchage en raison des fortes hétérogénéités de teneur en eau initiale d'une pile de bois (différence aubier-cœur, histoire du billon puis des planches...). Ensuite, les conditions se durcissent au fur et à mesure que le bois devient sec et l'humidité plus homogène. Les tables de séchage sont très différentes d'une essence à l'autre. Deux exemples de tables sont donnés ci-dessous.

Humidité réelle du bois	Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xéq (%)
> 50	35	32	95	19
50 à 40	35	31	93	18
40 à 30	35	30	90	17
30 à 27	40	37	81	16
27 à 24	40	36	76	14
24 à 21	40	35	70	12
21 à 18	45	37,5	63	10
18 à 15	45	36	54	9
15 à 12	45	34,5	49	8
12 à 8	45	30,5	34	6

Table de séchage pour feuillus difficiles à sécher d'épaisseur > 42 mm

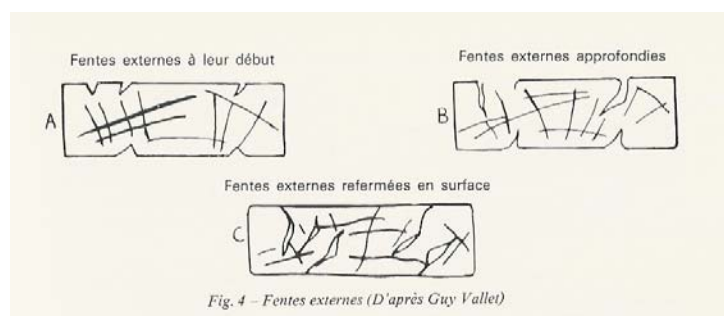
Humidité réelle du bois	Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xéq (%)
> 50	70	64	75	11
50 à 40	70	63	71	10
40 à 30	70	61	64	9
30 à 27	80	70,5	65	8
27 à 24	80	68	58	7
24 à 21	80	65	50	6
21 à 18	85	66	43	5
18 à 15	85	61	34	4
15 à 12	85	59	31	3,5
12 à 8	85	55	23	3

Table de séchage pour résineux faciles à sécher d'épaisseur < 34 mm

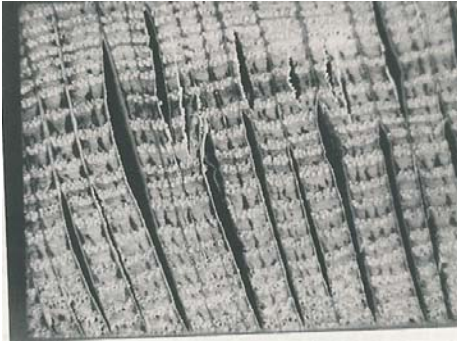
5.1.6. Les défauts de séchage

Des conditions de séchage trop sévères, si elles permettent de raccourcir la durée de séchage, aboutissent également à des défauts rédhibitoires dans le bois.

- inégalité de répartition de l'humidité : intervient quand le séchage est trop rapide. Il y a alors un fort écart entre le cœur et la surface qui peut induire des déformations lors de l'usinage
- gerces ou fentes superficielles : la surface du bois se fendille sous l'effet de l'air trop sec
- fentes en bout : conséquence du fait que l'eau circule plus vite dans le sens axial. On peut freiner les échanges en bout de planches en appliquant des peintures.
- fentes externes : aggravation du phénomène de gerces, dû à un air trop sec.



- cémentation : il s'agit d'un défaut très courant quel que soit le mode de séchage ou le type de séchoir. Sous l'effet du dessèchement trop intense de la surface, il se forme une sorte de « croûte » qui empêche l'eau de migrer du centre vers l'extérieur. Le séchage se trouve ainsi bloqué, et le bois reste humide à l'intérieur.
- fentes internes : c'est un défaut grave car non apparent. Elles apparaissent lorsque la zone centrale se rétracte alors que la zone périphérique a déjà atteint son humidité d'équilibre et donc terminé son retrait. La cause première de ce défaut est l'application de températures trop élevées.



- Collapse : il se produit sur certain bois encore très humides et à des températures élevées (supérieures à 50°C) et se traduit par une surface irrégulière et une réduction de l'épaisseur dues à l'effondrement des cellules. C'est une sorte d'implosion. Il s'accompagne souvent de fentes internes.

5.2. Durabilité naturelle

La durabilité naturelle d'un bois est son aptitude à demeurer inaltéré dans un emploi défini en l'absence de tout traitement.

Une des solutions pour assurer la protection des ouvrages est donc de choisir une essence dont la durabilité naturelle est suffisante par rapport à la classe de risque visée.

Le terme global de « durabilité » recouvre plusieurs cas :

- des bois dont le bois parfait est résistant aux champignons mais pas aux insectes : un traitement devra donc être systématiquement envisagé puisque les insectes interviennent dans toutes les classes de risque.
- des bois dont le bois parfait est résistant aux insectes mais pas aux champignons : ils seront donc utilisables sans traitement dans les classes de risque 1 et 2. Un traitement fongicide sera nécessaire pour les autres classes de risque.
- des bois dont le bois parfait est résistant aux insectes et aux champignons : potentiellement utilisables dans les classes 1, 2, 3 ou 4.
- dans tous les cas, l'aubier n'est jamais résistant à aucun agent de dégradation et devra soit être traité soit, dans le cas des bois parfaits résistant aux insectes et aux champignons, être purgé pour n'utiliser que le bois parfait sans traitement.

La durabilité naturelle est appréciée par des essais et quantifiée par classe pour chaque type d'agents de dégradation : champignons, insectes à larves xylophages, termites et térébrants marins. Tout cela est défini dans la norme EN 350-2.

La combinaison des classes de durabilité vis à vis des différents agents permet de déterminer si une essence peut être utilisée dans une des classes de risque sans traitement et purgée d'aubier.

Les tableaux suivants indiquent, pour les principales essences utilisées dans la construction en métropole et pour les essences communes de Guyane, les classes de risque dans lesquelles elles peuvent être utilisées sans traitement ou si elle nécessite un traitement quelle que soit la classe.

Essences d'Europe

Essence	Nom scientifique	Classe de risque
Epicea	<i>Picea Abies</i>	A traiter
Sapin	<i>Abies grandis</i>	A traiter
Pin maritime	<i>Pinus pinaster</i>	1,2 (sauf termites)
Pin sylvestre	<i>Pinus sylvestris</i>	1,2 (sauf termites)
Douglas	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1,2 (sauf termites)
Chêne	<i>Quercus pedunculata</i> / <i>sessiflora</i>	3,4
Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	1,2 (sauf termites)
Peuplier	<i>Populus nigra</i> , <i>p. alba</i> , <i>p. canescens</i>	A traiter

Essences de Guyane

ESSENCE	NOM	classe de risque
acacia franc	<i>Enterolobium schomburgii</i>	4
aieoueko	<i>Dimorphandra hohenkerkii</i>	3
amarante	<i>Peltogyne venosa</i>	3
angélique	<i>Dicorynia guianensis</i>	3
bagasse	<i>Bagassa guianensis</i>	4
balata franc	<i>Manilkara bidentata</i>	4
bois rouge	<i>Humiria balsamifera</i>	3
cèdre	<i>Ocotea glomerata</i>	3
cèdre	<i>Ocotea oblonga</i>	à traiter
cèdre canelle	<i>Licaria cayennensis</i>	4
chawari	<i>Caryocar glabrum</i>	2
coeurs dehors	<i>Diploptropis purpurea</i>	3
courbaril	<i>Hymena courbaril</i>	3
ebene verte	<i>Tabebuia sp.</i>	4
gaïac de cayenne	<i>Dipteryx odorata</i>	4
gonfalo	<i>Qualea rosea</i>	à traiter
gonfalo gris	<i>Ruizterania albiflora</i>	à traiter
goupi	<i>Goupia glabra</i>	à traiter
grignon franc	<i>Sextonia rubra</i>	3
jaboty	<i>Erismia uncimatum</i>	à traiter
koumanti oudou	<i>Aspidosperma album</i>	3
Mahot coton	<i>Eriotheca crassa</i>	à traiter
mahot noir	<i>Glycidendron amazonicum</i>	2
manil marécage	<i>Symphonia globulifera</i>	Non imprégnable et non durable
manil montagne	<i>Moronobea coccinea</i>	3
parcouri	<i>Platonia insignis</i>	3
sali	<i>Tetragastris altissima</i>	3
st martin jaune	<i>Hymenolobium sp.</i>	3
st martin rouge	<i>Andira coriacea</i>	4
wacapou	<i>Vouacapoua americana</i>	4
wacapou guitin	<i>Recordoxylon speciosum</i>	3
wana kouali	<i>Vochysia tomentosa</i>	Non imprégnable et non durable
wapa	<i>Eperue falcata</i>	4
wapa courbaril	<i>Epurea grandiflora</i>	3
yayamadou marécage	<i>Viola surinamensis</i>	à traiter

Il n'y a pas de relation automatique entre la durabilité naturelle du bois et la durée de vie de l'ouvrage. D'autres éléments ont une influence sur la durée pendant laquelle une essence va conserver ses caractéristiques.

- en classe 1 et 2, le critère dominant est la résistance aux insectes ; si l'essence est naturellement résistante, la durabilité est pratiquement illimitée.
- en classe 3, l'approche est plus dépendante de la conception et des phénomènes de reprise d'eau. Si l'exposition est faible ou la conception conduit à un résultat équivalent, on a une durée de vie quasiment illimitée, sous réserve que l'essence soit naturellement résistante en classe 3. Sous une exposition plus sévère,

l'humidification sera plus durable et plus profonde, mais si les retentions et les accumulations d'eau sont évitées (ex menuiseries extérieures), on peut raisonnablement compter sur une durée de vie de 20 ans ou plus. Ceci ne tient pas compte d'éventuels désordres comme les déformations, les retraits, les gonflements et les fentes, qui peuvent parfois augmenter le risque d'attaque en créant ponctuellement des zones de pénétration et d'accumulation de l'humidité.

- en classe 4, les risques d'attaque sont très dépendants des conditions de service. Par exemple, le même piquet dure deux fois plus longtemps dans un sol argileux et compact même riche en humidité mais peu perméable à l'air, que dans un sol léger et aéré ou l'on rencontre à la fois humidité, chaleur et oxygène.

5.3. Le traitement chimique

5.3.1. Imprégnabilité

Lorsque dans une situation donnée, définie par une classe de risque, la durabilité naturelle de l'essence choisie est insuffisante, un traitement de préservation devient nécessaire. Cependant, la possibilité de ce traitement est conditionnée par une caractéristique essentielle et fondamentale du bois : son imprégnabilité. Elle traduit la capacité de pénétration et de circulation des liquides dans le bois. Elle est extrêmement variable selon les essences, la zone de bois concernée (aubier ou bois parfaits), le sens de circulation (parallèle ou perpendiculaire au fil du bois) et même souvent, pour une essence donnée, selon la provenance ou les conditions de croissance.

La norme EN 350-2 établit également une classification des essences par rapport à leur imprégnabilité en quatre catégories. Pour simplifier l'approche en matière de spécification de traitement, on distingue deux types d'essences :

- les essences imprégnables (catégorie 1) qui comprennent d'une part les essences à aubier et bois parfait non différenciés et dont les deux sont imprégnables, et d'autre part les essences à aubier et bois parfait distincts dont l'aubier est imprégnable (les duramens ne le sont jamais).
- les essences réfractaires (catégories 2,3 et 4) qui sont celles dont l'aubier ou le bois parfait sont moyennement à pas imprégnables.

L'imprégnabilité est donc un facteur important à prendre en compte dans la démarche de choix d'une essence dans une classe de risque donnée.

5.3.2. Les étapes d'un traitement de préservation

Le principe de base d'un traitement de préservation consiste à :

a) introduire un produit

- efficace
- dans un volume déterminé du bois
- en quantité adéquate

b) faire en sorte qu'il y reste

- en quantité suffisante
- pour la durée de service de l'ouvrage
- sans effet secondaire nocif pour l'homme et l'environnement.

Ce résultat sera obtenu en associant aux caractéristiques intrinsèques d'un produit, une essence et un procédé de traitement choisis pour atteindre ces performances.

5.3.3. Les produits

Les produits de préservation du bois sont composés de mélanges de « matières actives » (MA), qui sont les molécules détruisant les champignons, les termites et autres insectes, et de différents additifs permettant de rendre le produit final stable et facilement utilisable (applicable) : solvants, tensioactifs ... On distingue :

- les produits de traitement du bois pour les classes de risque 1 à 3, qui sont le plus souvent faits de MA organiques ou organométalliques, qui peuvent se présenter soit sous forme de dispersions ou d'émulsions dans l'eau (hydrodispersions), soit sous forme de solutions dans des solvants pétroliers. Les formulations peuvent contenir de 2 à 4 matières actives.
- les produits de traitement du bois pour la classe de risque 4 qui sont le plus souvent composés de MA d'origine minérale, à base de cuivre, chrome et arsenic. Les produits se présentent sous forme de pâte hydrodispersable à diluer avant utilisation ou de solutions prêtes à l'emploi. On retrouve également pour la classe 4 les créosotes, dont la composition a évolué pour des questions de protection de l'environnement.
- les produits de traitement anti-termite pour sols et murs : ils contiennent des MA d'origine organique ou organométallique. Il y a de 1 à 3 MA dans les produits. Ils se présentent soit sous forme de suspension concentrée à diluer dans l'eau, soit sous forme de solution en solvant pétrolier, soit sous forme de concentré hydrodispersable, soit sous forme de granulés ou de poudre dispersables dans l'eau. Enfin, il existe aussi des films termiticides agissant en faisant une barrière physico-chimique autour du bâtiment, et des pièges contre les termites souterrains.

Les produits sont évalués par essai pour déterminer la quantité à laquelle le produit est efficace contre tel ou tel agent de dégradation. Pour être utilisable dans une classe de risque donnée, le produit doit être efficace vis à vis de tous les agents biologiques susceptibles d'être présents dans cette classe. Cette quantité est généralement différente selon les agents et c'est donc la valeur la plus élevée qui est retenue comme valeur critique pour la classe de risque considérée.

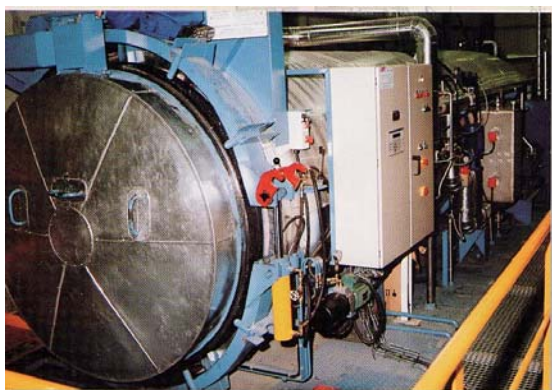
Un produit peut être apte pour plusieurs classes de risque avec des valeurs critiques différentes pour chaque classe. Elle s'exprime en gramme par mètre carré de surface de bois traitée ou en kg par mètre cube de bois traité en fonction du procédé d'application utilisé.

5.3.4. Les procédés

Il existe deux types de procédé de traitement du bois :

- les traitements de surface, dont la pénétration est de l'ordre de quelques millimètres et qui convient aux faibles sollicitations (classe 1, 2 et 3A) : il s'agit des procédés de traitement par badigeonnage, aspersion sous tunnel, pulvérisation, trempage court (10 à 20 min).
- les traitements par imprégnation, qui permettent de pénétrer tout l'aubier et une partie du bois de cœur² dans certains cas, et qui convient pour les sollicitations fortes (classe 3B et 4) : il s'agit des procédés par autoclave, avec différents cycles : double vide, vide - pression
-

² La norme EN 351 définit les niveaux de pénétration minimum requis pour couvrir les classes de risque 3B et 4.



Les couples produits/procédés adaptés aux classes de risque sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Classe de risque	Procédés de traitement possible	Type de produit
1	Trempage court	Hydrodispersions Solutions en solvant pétrolier
	Badigeonnage ou pulvérisation	Hydrodispersions Solutions en solvant pétrolier
2	Trempage court	Hydrodispersions Solutions en solvant pétrolier
	Badigeonnage ou pulvérisation	Hydrodispersions Solutions en solvant pétrolier
3A	Trempage court	Hydrodispersions Solutions en solvant pétrolier
	Autoclave	Hydrodispersions Solutions en solvant pétrolier
3B	Autoclave	Hydrodispersions Solutions en solvant pétrolier Sels hydrosolubles
4	Autoclave	Sels hydrosolubles Créosotes
5	Autoclave	Sels hydrosolubles

5.3.5. Durée de vie des traitements

Aujourd'hui, la durée de vie des traitements est estimée à 5 ans, c'est la durée sur laquelle s'engagent les fabricants. En effet, pour limiter les effets nocifs sur la santé et l'environnement, les matières actives employées sont moins « fortes » et les quantités appliquées sont optimisées. Il est donc indispensable de renouveler les traitements préventifs régulièrement.

5.3.6. Contexte normatif

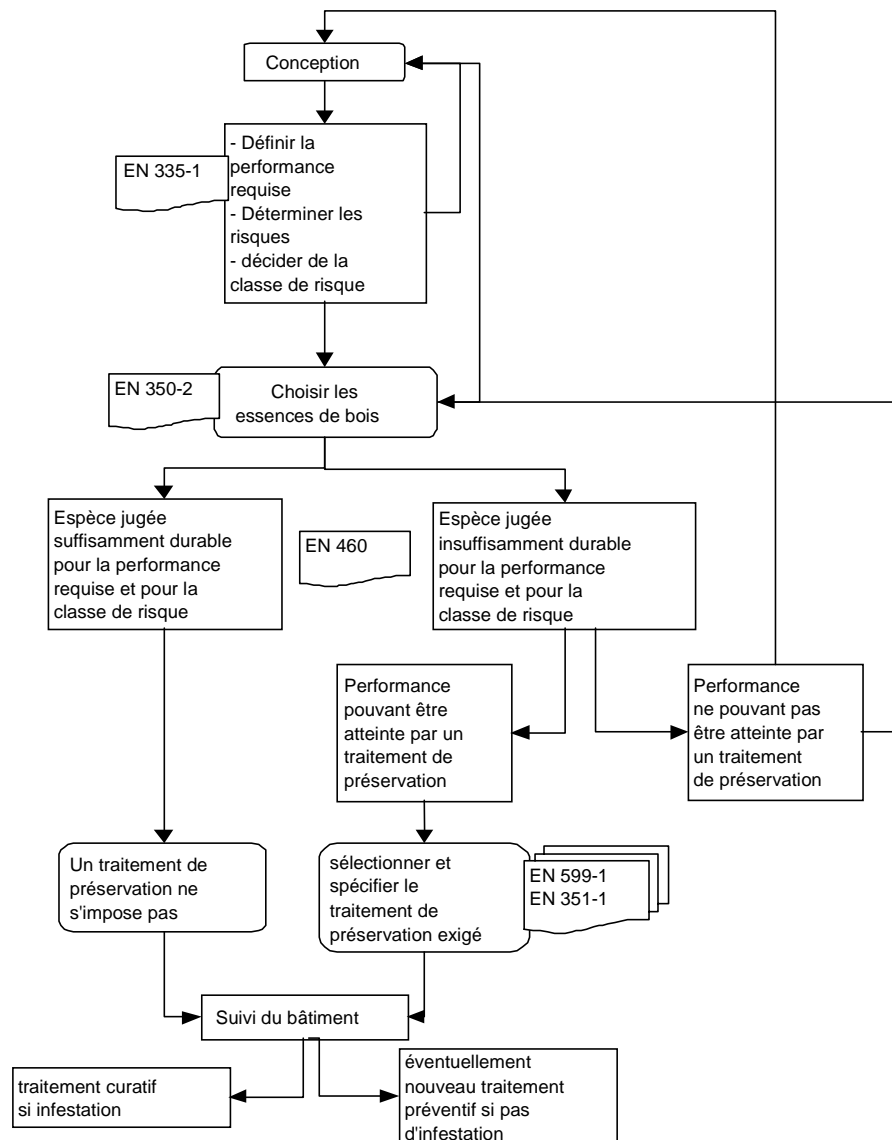
Les étapes d'un traitement de préservation sont accompagnées de normes européennes qui aident les professionnels dans les différents choix qu'ils doivent effectuer. Ces normes concernent aussi bien les classements de durabilité naturelle que les spécifications de produit, les taux de rétention nécessaires par classe de risque etc. ... Ces normes ont été définies dans un contexte européen, c'est à dire pour des climats et des espèces de champignons et d'insectes présents en Europe. C'est pourquoi, bien que ces normes s'appliquent de fait dans les départements français d'outre mer, elles nécessitent parfois des adaptations pour la zone tropicale. La liste des normes dans le domaine de la préservation du bois est donnée en annexe.

Cas particulier de la protection vis à vis des termites :

En zone intertropicale, le problème n°1 de la construction bois est l'attaque du matériau par les différentes espèces de termites. En Guyane, par exemple, la lutte s'est organisée avec un décret préfectoral en 92 et une « loi termites » depuis 99, puisque la métropole est également touchée par ce fléau (avec des espèces de termites différentes). En résumé, les principales obligations sont de faire un état parasitaire pour toute transaction immobilière (sur terrain bâti ou non), et de faire un traitement préventif systématique. Ce traitement concerne non seulement les bois, mais aussi les sols (fondations) et les murs. Il doit être renouvelé au moins tous les cinq ans. En cas d'infestation malgré ces précautions ou dans le cas des anciens bâtiments non traités, il existe des traitements curatifs. Ils consistent à injecter du produit dans le sol et les murs à travers des perforations et pulvériser du produit sur les bois après suppression des parties attaquées. Ces traitements curatifs sont donc lourds à mettre en œuvre.

5.4. Méthodologie de décision

L'objectif d'un traitement de préservation est de conférer la meilleure durabilité possible à un produit ou un ouvrage en bois. Sa réussite dépend de l'application d'un certain nombre de principes. L'évaluation des risques, de la durabilité naturelle des essences et le choix des traitements de préservation éventuels font l'objet d'un ensemble de normes européennes (voir références bibliographiques) qui s'appuient les unes sur les autres. Leur articulation est indiquée sur le schéma ci-dessous, avec les différentes étapes de la prise de décision.



5.5. Le traitement de surface ou finition

Le rôle de la finition est double : elle met en valeur l'esthétique du matériau et le protège contre les agressions climatiques liées à l'usage.

5.5.1. Les fonctions de la finition

5.5.1.1. La fonction de décoration des ouvrages

C'est la fonction la plus évidente et la plus importante des finitions. Elle est à la mesure des possibilités qu'autorise le matériau bois :

- un vaste choix entre la transparence totale et l'opacité la plus complète
- une palette de couleurs et d'effets illimitée
- une gamme complète de niveaux de brillance
- des nuances infinies de teintes bois.

Ce rôle esthétique contribue fortement à la mise en valeur de l'architecture intérieure et extérieure des constructions. Les finitions transparentes permettent de conserver la couleur naturelle du bois qui, sinon, s'altère inéluctablement sous l'action du rayonnement solaire. En outre, la finition permet d'assurer dans de bonnes conditions le nettoyage des ouvrages en bois, qui se salissent : poussière, vapeurs grasses, pollution atmosphérique ...

5.5.1.2. La fonction de protection des ouvrages

La protection du bois contre les reprises d'humidité est la principale fonction de protection assurée par la finition. La présence du film d'extrait sec à la surface du bois ralentit considérablement et parfois neutralise complètement les échanges d'humidité avec l'air ambiant. Ainsi, les variations dimensionnelles sont considérablement réduites ce qui, pour des fenêtres ou des portes extérieures en particulier, contribue à leurs performances d'étanchéité à l'air et à l'eau.

Cependant, cette barrière contre l'humidité ne doit pas être systématiquement totalement imperméable. En effet, plus la finition est étanche, plus on risque de piéger l'eau entrée accidentellement par une fissure ou un joint ouvert. En fait, la finition idéale devrait être perméable à la vapeur d'eau (évaporation de l'eau piégée) et imperméable à l'eau liquide (empêcher la pénétration de l'eau de pluie). Ceci correspond aux produits dits « respirant » ou « micro poreux ».

Mais cette fonction a des limites dans la mesure où la micro porosité de la finition diminue avec le nombre de couches appliquées.

Spécifiquement pour les parquets et les marches d'escalier, la finition assure également une protection contre l'usure et les rayures.

5.5.2. Finition et préservation

La finition ne peut jamais se substituer à la préservation. En effet, la préservation (traitement chimique) intéresse la totalité du volume sensible et non pas seulement la surface de l'ouvrage. En revanche, dans la mesure où la finition, si elle est bien entretenue, contribue à maintenir le bois à un seuil d'humidité inférieur au seuil d'attaque par les champignons, elle participe indirectement à la protection des ouvrages contre les agents d'altération.

Par ailleurs, les lasures contiennent des pesticides qui assurent une action de protection préventive suffisante contre les discolorations de surface dues aux champignons de bleuissement. Il existe également des lasures à fonction insecticide qui peuvent être employées en tant que produits de préservation pour la classe de risque 1 (usage intérieur, bois sec en permanence).

Au cas où la durabilité a été conférée par un traitement de préservation spécifique, il faut absolument s'assurer de la compatibilité entre les produits de préservation et de finition car des défauts d'accrochage de la finition sont susceptibles d'apparaître.

5.5.3. Les produits

Le terme finition recouvre différentes familles de produits, qui doivent être appliqués en couches successives pour former la finition globale. On parle alors de système de finition.

5.5.3.1. Les teintes

Leur qualité essentielle est la stabilité à la lumière. Elles existent en teintes bois ou en couleurs vives et pastels. Elles sont appliquées en première couche sur un bois poncé et propre dans les systèmes de finition ciré, vernis ou vernis-ciré.

5.5.3.2. Les égalisateurs de teintes

Ils n'ont pas seulement le rôle d'uniformiser la teinte d'une série de pièces ou de menuiseries. Ils apportent également une protection temporaire (3 mois maximum) sur chantier, contre les reprises d'humidité, le bleuissement, le grisaillement, grâce à la présence de liant et de fongicide en faible quantité. Passé ce délai, ils doivent être recouverts avec le produit de finition retenu.

5.5.3.3. Les impressions et les primaires

Ils sont destinés à faciliter l'accrochage de la seconde couche de produit et à conserver une certaine perméabilité à la finition (micro porosité). Ils sont obtenus le plus souvent à partir des peintures ou des vernis de base dont le taux de dilution est augmenté pour améliorer la pénétration et l'accrochage sur le bois. Les impressions opaques protègent les pièces sur chantier avant leur mise en peinture finale pendant environ 5 mois. Elles peuvent être appliquées aussi bien en atelier que sur chantier. Cependant les conditions de mise en œuvre sont beaucoup plus favorables en atelier.

5.5.3.4. Les lasures

Ce sont des produits de protection et de décoration de la surface du bois, transparents, pigmentés ou non et qui permettent d'exécuter facilement les travaux d'entretien. Elles se différencient des autres produits par plusieurs propriétés spécifiques :

- elles sont non filmogènes ou semi-filmogènes (micro porosité)
- elles se dégradent par farinage (érosion)
- elles exercent une action biocide de surface contre le bleuissement, et éventuellement contre les insectes.

Leur mode de dégradation par érosion, sans cloquage ni craquèlement du film (contrairement aux vernis) permet des rénovations aisées sans préparation spécifique du support, si ce n'est un léger ponçage. Les lasures sont le plus souvent distinguées par leur taux d'extrait sec :

- les lasures d'imprégnation (ES de 20 à 30 %) qui ont pour vocation d'imprégner la surface du bois afin de constituer une bonne base d'accrochage pour les couches postérieures.
- les lasures de finition ou lasures satinées (ES de 30 à 50%) qui sont semi-filmogènes (voire filmogène si la couche est épaisse). Elles sont également appelées « top coat ».

Les lasures ne sont pas des produits de préservation, au sens véritable du terme, car elles ne peuvent pas assurer une protection durable et définitive d'un ouvrage contre les risques d'attaque biologique. Bien que toutes les lasures offrent une protection temporaire contre le bleuissement, aucune ne peut réellement assurer une protection contre les champignons lignivores car la pénétration des fongicides est toujours insuffisante.

5.5.3.5. *Les huiles et les vernis gras*

Les huiles de noix et de lin sont parmi les plus anciennes bases de finition qui existent puisqu'elles étaient connues au II^{ème} siècle. Les produits d'aujourd'hui contiennent une faible quantité de solvant et sont souvent fluidifiés par chauffage. Le durcissement des huiles par oxydation est très lent, et pour qu'il soit acceptable, on y incorpore des siccatifs. La finition obtenue est relativement imperméable et élastique, mais elle a tendance à jaunir. Les vernis gras phénoliques sont très résistants à l'eau mais jaunissent. Les finitions huilées deviennent aujourd'hui marginales, bien que le retour vers les produits naturels leur soit actuellement bénéfique. En revanche, elles sont largement utilisées dans la fabrication des résines alkydes pour les vernis et les peintures.

5.5.3.6. *Les vernis et les « sealers »*

Les vernis incolores sont composés d'une ou plusieurs résines, le plus souvent en solution ou en dispersion dans des solvants ou diluants. Pour filtrer les UV et retarder la dégradation du revêtement, on rajoute des pigments ou des colorants, ou des agents anti-UV. Par leur transparence et leur niveau de brillance (brillant, satiné ou mat), les vernis ravivent les couleurs naturelles des bois. Comme pour tout produit filmogène, leur dégradation se manifeste par écaillage et décollage du film. Les sealers sont des vernis de fond dilués qui permettent de réaliser une imprégnation ou un bouche porage de la surface des parquets. Ils jouent un rôle de primaire dans la vitrification des revêtements de sol en bois.

5.5.3.7. *Les peintures et les laques*

A la base, les peintures sont des vernis contenant des pigments qui opacifient et colorent les formulations. Les peintures destinées au bois peuvent être classées selon leur perméabilité à la vapeur d'eau en deux familles :

- les peintures micro poreuses, généralement satinées (phase solvant ou phase aqueuse)
- les peintures non-micro poreuses, généralement brillantes (phase solvant) qui permettent d'obtenir des finitions laquées très lisses.

La micro porosité est fonction du liant de base mais également du nombre et de l'épaisseur des couches.

5.5.3.8. *Les créosotes et les peintures bitumineuses*

Résidus noirs ou brun foncé, visqueux et collants, les brais et les bitumes sont obtenus en fin de distillation de la houille et du pétrole. Du fait de leurs prix peu élevés, ils continuent d'être utilisés pour des applications spécifiques, en particulier dans le milieu agricole (piquets, poteaux, clôtures, ...) Ils offrent une bonne protection contre l'eau

mais se ramollissent sous l'action de la chaleur. En outre, ils excluent tout autre système de finition ultérieur.

5.5.3.9. Les revêtements plastiques épais (RPE)

Ce sont des revêtements prêts à l'emploi constitués d'un mélange de liants, de granulats et de charges minérales inertes. De consistance plus ou moins pâteuse, ils se distinguent des peintures à film mince par le fait qu'ils contiennent des charges à forte granulométrie. Ils sont très employés sur les façades des maisons à ossature bois. L'efficacité et la durabilité d'un RPE dépendent non seulement de la qualité intrinsèque du produit mais aussi du support, de la nature des liaisons et de l'entretien. Le DTU 31.2 admet uniquement comme support de RPE les contreplaqués extérieurs, les panneaux de particules liées au ciment et les plaques de fibrociment.

5.5.3.10. Les revêtements spéciaux

Dans certains cas, les finitions sur bois doivent remplir des fonctions particulières, et des produits spécifiques ont donc été mis au point pour cela. En particulier :

- les peintures et vernis ignifuges ou intumescent
- les vernis anti-graffiti dont la demande se développe mais qui ne sont pas encore totalement efficaces sur le bois
- les peintures anti-mousse ...

5.5.4. La durée de vie moyenne des finitions

Les deux principaux facteurs de vieillissement des finitions sont le soleil et l'eau. Les rayons UV et les variations de température induisent de fortes contraintes dans le film de finition. L'eau provoque des phénomènes d'hydrolyse qui affaiblissent le film. L'oxygène de l'air peut également jouer un rôle dans la dégradation (oxydation du film). Il s'agit d'une dégradation de surface mais qui peut devenir importante dans les cas des films minces comme les lasures.

Le vieillissement des finitions est un processus dans lequel les effets du soleil, la température de surface du film, l'eau, l'oxydation, l'état de surface du bois, l'exposition, la conception de l'ouvrage ... vont en se combinant accélérer plus ou moins la dégradation. Pour les ouvrages extérieurs, les interactions entre les différents facteurs de vieillissement conduisent à indiquer des durées de vie moyenne des systèmes de finition correspondant à une exposition en façade sud-ouest sous un climat de type « européen » comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

Type de finition	Nombre de couches	Durée de vie moyenne
Huile	1 couche	6 mois
Lasure d'imprégnation	1 couche	3 mois
Lasure d'imprégnation	3 couches	1 an
Lasure de finition	2 ou 3 couches	2 ans
Vernis	3 couches	2 ans
peintures	3 couches	4 à 8 ans

En zone tropicale humide, on constate des durées de vie plus faibles de ces produits sous l'action combinée du soleil et de la pluie.

5.6. Préservation du bois par des mesures architecturales

Que le bois choisi soit naturellement durable pour la classe de risque visée ou qu'il soit traité par un produit chimique, il convient toujours de respecter certaines règles de conception permettant de limiter le plus possible l'accumulation d'eau dans le bois ou permettant un séchage rapide des éléments mouillés, et ainsi de prolonger la durée de vie de l'ouvrage. Quelques principes sont rappelés ci-dessous :

- mettre la construction à l'abri des précipitations grâce à des avant-toits et à une façade à étages décalés les uns par rapport aux autres
- prévoir des profils, des renvois d'eau, des gouttières évacuant rapidement l'eau des précipitations
- empêcher que l'eau ne pénètre dans les joints en recouvrant ceux-ci
- éviter ou recouvrir les coins, les rainures et les joints dans lesquels l'eau pourrait s'accumuler (poche d'eau)
- éviter que le bois ne soit mouillé par projection d'eau (distance > 30cm par rapport au sol, revêtements, surélévations, enduits de protection ou de finition)
- protéger contre l'humidité montant du sol ou de l'ouvrage, étancher la dalle de fondation à son point de jonction avec le mur extérieur en y appliquant des couches isolantes
- éviter la condensation à la surface d'un élément en bois en choisissant une succession adéquate des différentes couches formant l'élément (coté intérieur, un pare vapeur et/ou un vide d'air ventilé derrière la couche menacée par l'eau de condensation)
- éliminer l'eau de condensation des éléments en bois par un vide d'air suffisamment large, des sorties d'eau dans le parement
- éviter la formation d'eau de condensation sur la face intérieure, en assurant une résistance suffisante de l'élément au passage de la chaleur ; dans les cas extrêmes, on modifiera le climat ambiant (chauffage ou aération)
- veiller à une aération suffisante des locaux humides
- mettre l'habillage ou le revêtement intérieur à l'abri de l'humidité grâce à des matériaux, des enduits, des finitions hydrophobes, si l'on a pas la garantie que l'eau qui peut avoir pénétré peut sécher rapidement
- ventilation intermédiaire des planchéiages
- éviter les pièces métalliques traversantes, par exemple aux raccords de locaux intérieurs sur l'extérieur ; si nécessaire, obturer les extrémités des chevilles et des broches par des bouchons en bois côté extérieur.

...

6. Références bibliographiques

Ouvrages

Guide de l'utilisation des bois de Guyane dans la construction – M. Vernay, D. Fouquet – 1997 - ISBN 2-87614-268-6.

Guide de la préservation du bois – M. Raysal – Edition CTBA 98– ISBN 2-85684-038-8.
Bois : Mode d'emploi et préservation – J. Chapelet, D. Dirol, G. Ozanne, M. Raysal, MM. Serment Edition CTBA 91 – ISBN 2-85684-007-8.

Bois des DOM-TOM – Tome 1 : Guyane – CIRAD- Forêt – 2^{ème} édition 1993 – ISBN 2-85411-008-0.

Le traitement curatif des bois dans la construction – Edition du CTBA – 2^{ème} édition 1999 – ISBN 2-212-11822-8.

Finition des ouvrage en bois dans le bâtiment : M.L. Roux, J. Anquetil – Edition CTBA 94 – ISBN 2-85684-018-3.

Le bois : matériau d'ingénierie – textes rassemblés par Ph. Jodin – Edition Arbolor 94 – ISBN 2-907086-07-3.

Sites internet

www.ctbg.cirad.fr : présente les activités du Cirad en Guyane, plus particulièrement les activités d'appui technique à la filière bois. Il contient également des informations sur les bois de Guyane ainsi que le bulletin d'information destiné aux professionnels.

www.cirad.fr/ur/bois_tropicaux : présente les activités de l'unité de recherche "production et valorisation des bois tropicaux" du Cirad. Le Ctbg, partie intégrante du Cirad, s'appuie sur les acquis et les compétences de cette unité pour développer ses activités.

www.ctba.fr : C'est le site du Centre Technique du Bois et de l'Ameublement. Il présente l'ensemble des activités et des prestations de service du Centre.

www.cndb.org : C'est le site du comité national pour le développement du bois. on y trouve des exemple de réalisation analysés et détaillés, les programmes et calendriers de foramtion organisées par le CNDB, des études sur la construction bois, et des documents techniques thématiques à télécharger.

www.termite.com.fr : émanant du Ctba, ce site est destiné à fournir des informations sur les zones d'infestation (les 33 000 communes de métropole sont référencées), mais aussi sur la loi, les règles de construction en zone termitée et sur les certifications qui encadrent les activités de traitement et d'expertise.

www.le-bois.com : développe un maillage professionnel important avec la plupart des acteurs institutionnels afin de mettre en place des partenariats destinés à relayer des informations générales de la filière. Il propose également une bourse d'échange qui permet la mise en ligne d'annonces qualifiées et d'appel d'offres avec mise en relation directe des acheteurs et des vendeurs.

www.boisforêt-info.com : proposé par le CNDB, est destiné à mieux informer le public sur l'ensemble des problématiques actuelles du bois et de la forêt. Des informations plus générales visent à encourager les professionnels de la construction à utiliser du bois dans leurs projets, par la présentation d'exemples concrets et détaillés.

www.site-en-bois.net : propose une information généraliste sur le bois et l'actualité de la filière et fournit un certain nombre de services tels que petites annonces. Il s'adresse aussi bien aux particuliers qu'aux industriels.

www.netbois.com : Ce guide professionnel de la filière bois, créé en 2001, est composé d'espaces thématiques dont un annuaire de près de 2500 ressources, de rubriques d'informations, d'un agenda, d'une librairie et d'un service professionnel d'annonces professionnelles.

Normes

EN 14081 partie 1	Structures en bois – Bois de structure de section rectangulaire classé selon la résistance.
NF B 52.001	Règles d'utilisation du bois dans la construction – classement visuel pour l'emploi en structure des bois sciés français résineux ou feuillus.
EN 338	Bois de structure – Classes de résistance.
EN 14080	Structure en bois – Bois lamellé collé – Exigences.
EN 1194	Structure en bois – Bois lamellé collé – Classes de résistance et détermination des valeurs caractéristiques.
EN 13353	Bois panneautés (SWP) – Exigences.
EN 14374	Structures en bois – LVL – Exigences.
EN 636	Contreplaqué – Exigences.
EN 300	Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) – Définition, classification et exigences.
EN 312	Panneaux de particules – Exigences.
EN 622 partie 1	Panneaux de fibres – Exigences – Exigences générales.
EN 622 partie 2	Panneaux de fibres – Exigences – Exigences pour panneaux durs.
EN 622 partie 3	Panneaux de fibres – Exigences – Exigences pour panneaux mi-durs.
EN 622 partie 4	Panneaux de fibres – Exigences – Exigences pour panneaux isolants.
EN 622 partie 5	Panneaux de fibres – Exigences – Exigences pour MDF.
EN 12369 partie 1	Panneaux à base de bois – Valeurs caractéristiques pour la conception des structure – OSB, panneaux de particules et panneaux de fibres.
EN 12369 partie 2	Panneaux à base de bois – Valeurs caractéristiques pour la conception des structure – Contreplaqués.
EN 14732 partie 1	Structure en bois – Eléments de mur, plancher et toitures préfabriqués – Exigences relatives aux produits.
EN 14342	Planchers et parquets en bois – Caractéristiques, évaluation de conformité et marquage.
EN 335 partie 1	Définition des classes de risque biologique – Généralités

EN 335 partie 2	Définition des classes de risque biologique – Bois massif
EN 335 partie 3	Définition des classes de risque biologique – Application aux panneaux à base de bois.
EN 350 partie 1	Durabilité naturelle du bois et des matériaux dérivés – Durabilité naturelle du bois massif – Principe d'essai et de classification de la durabilité naturelle du bois.
EN 350 partie 2	Durabilité naturelle du bois et des matériaux dérivés - Durabilité naturelle du bois massif – Guide de la durabilité naturelle et de l'imprimabilité d'essences de bois sélectionnées pour leur importance en Europe.
EN 351 partie 1	Bois massif traité – Performances du bois traité – Exigences pour du bois traité en fonction des classes de risques.
EN 351 partie 2	Bois massif traité – Guide d'échantillonnage pour l'analyse des produits de préservation – Bois traité.
EN 460	Durabilité du bois et des matériaux dérivés – Durabilité naturelle du bois – classes de durabilité et classes de risques biologiques.
EN 599 partie 1	Durabilité du bois et des matériaux dérivés – Performances des produits de préservation du bois établies par des essais biologiques- Spécification par classe de risque.
EN 599 partie 2	Durabilité du bois et des matériaux dérivés – Performances des produits de préservation du bois établies par des essais biologiques- Classification et étiquetage.